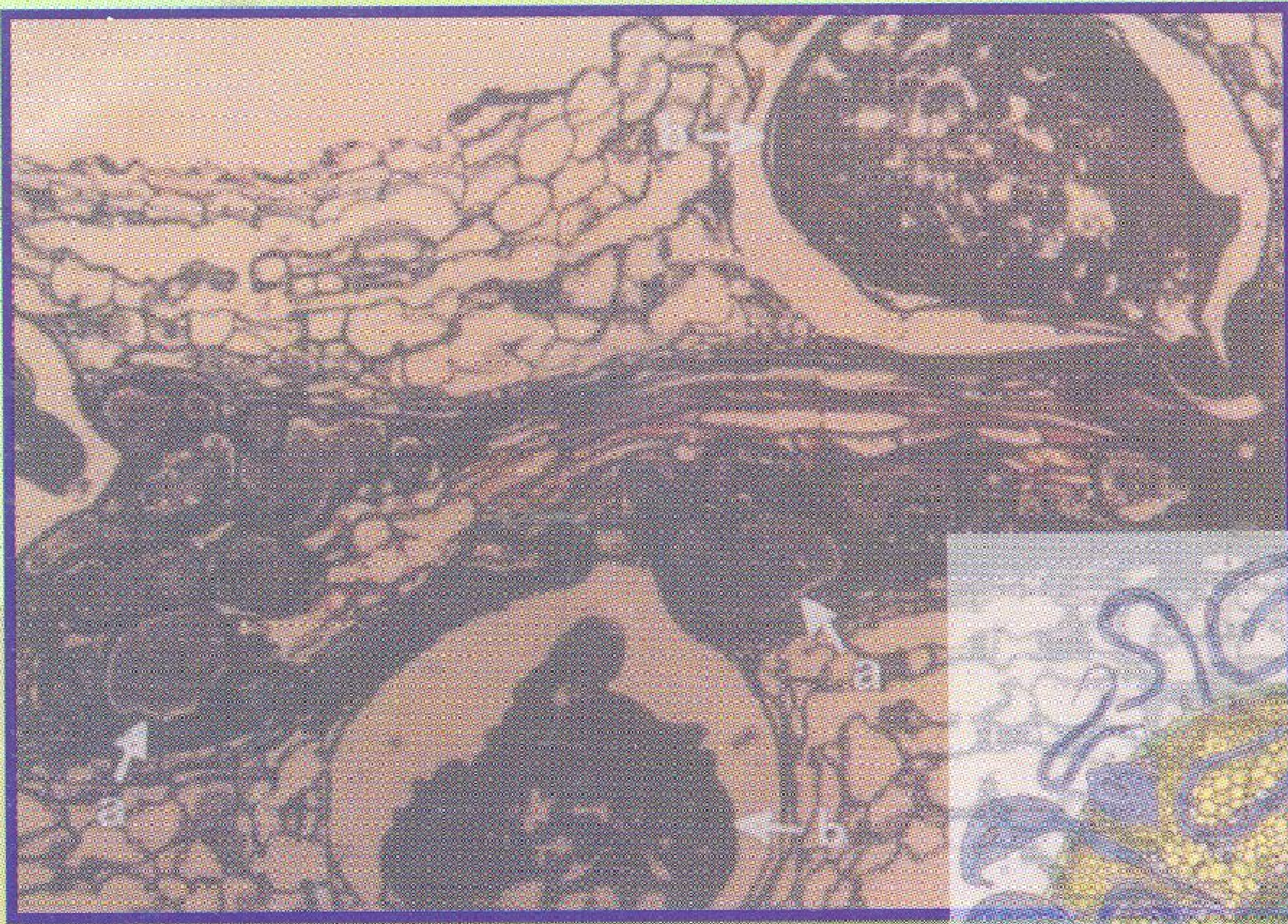
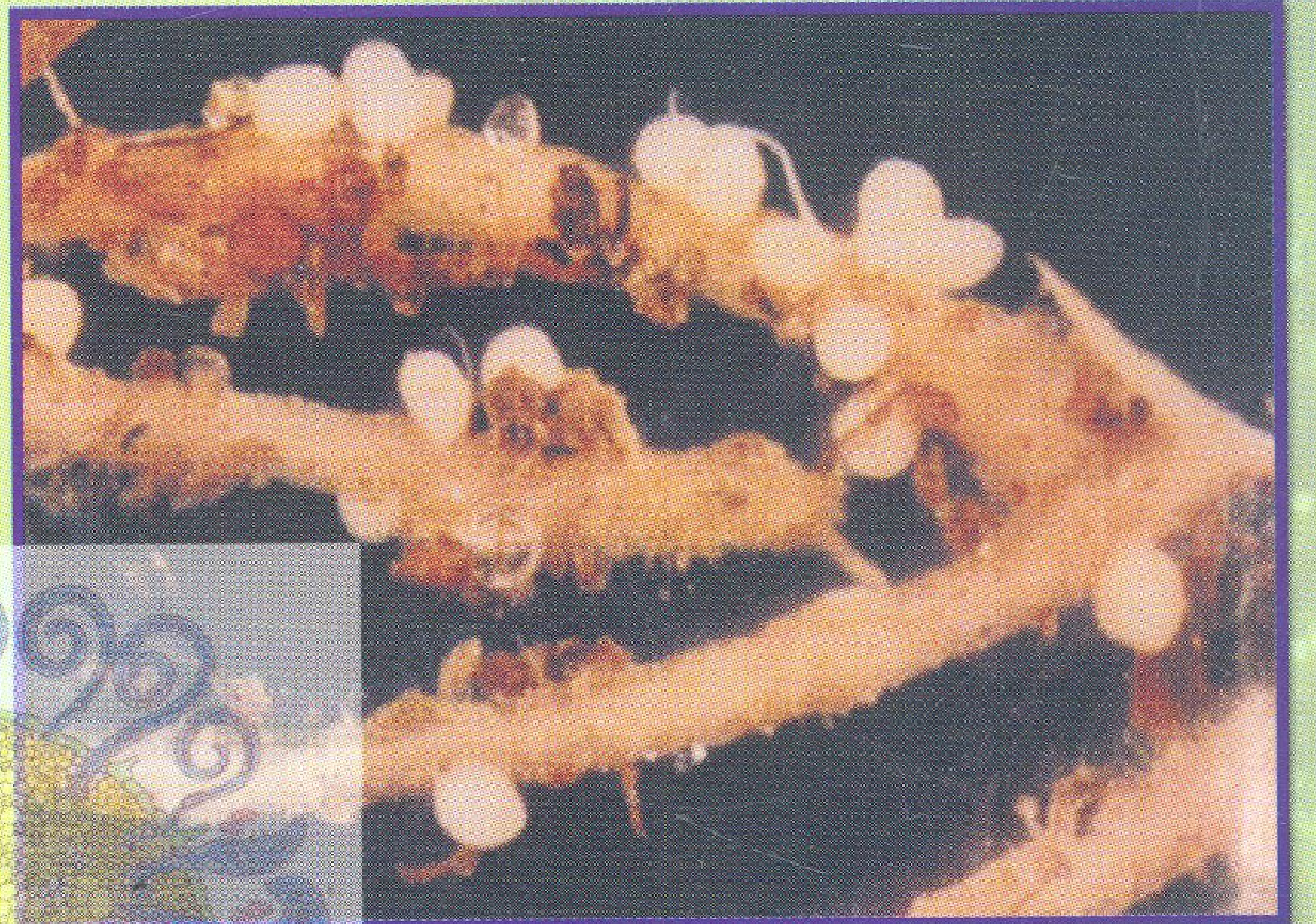
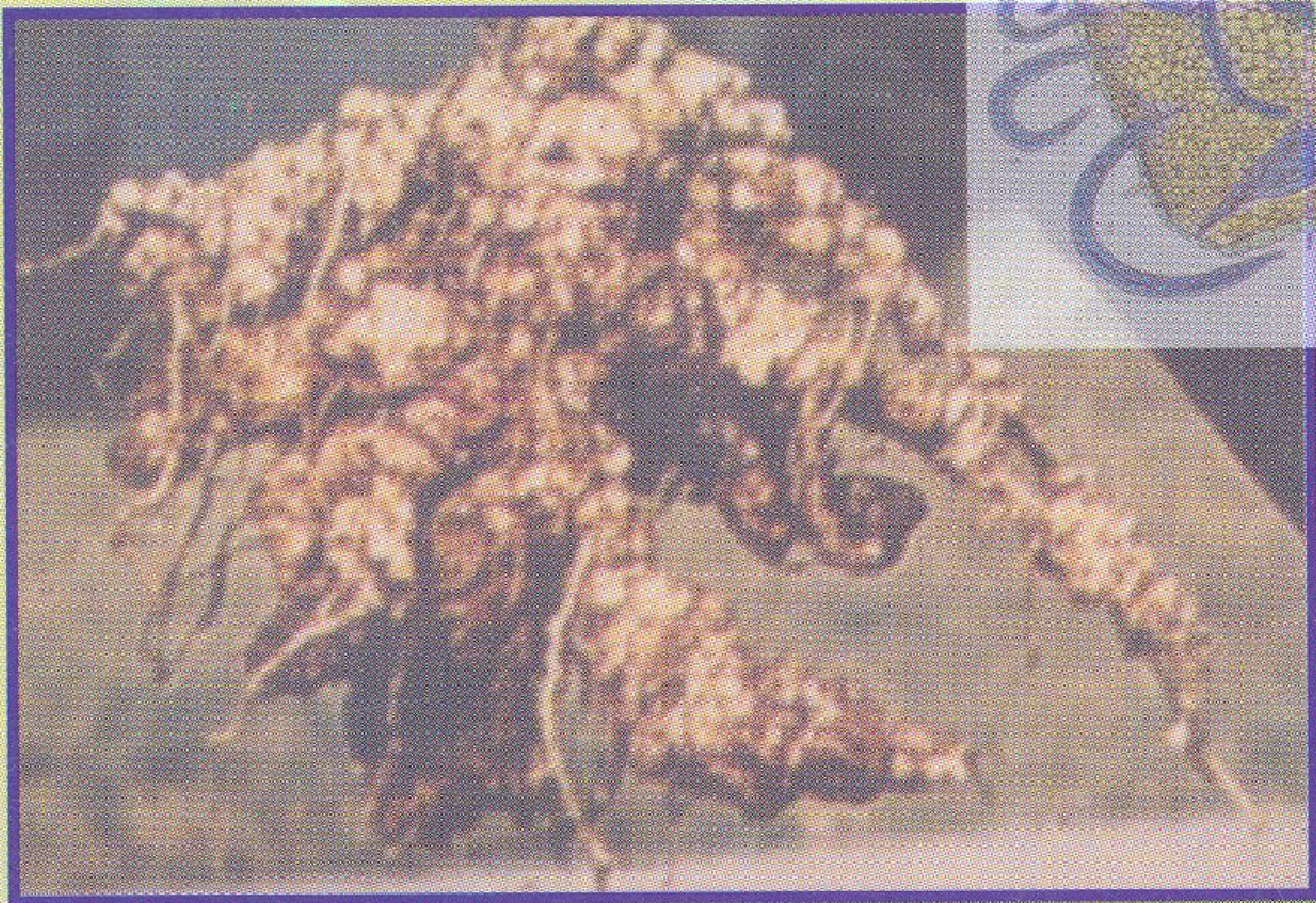
عالم النيماتودا

المشكلة ـ الحل









د/ أحمد أحمد عثمان



الدار العربية للنشر والتوزيع

عالم النيماتودا

المشكلة - الحل

عالم النيماتودا

المشكلة - الحل

تأليف

د/ أحمد أحمد عثمان

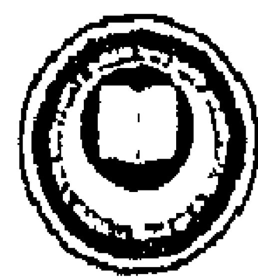
أستاذ النيماتولوجيا

كلية الزراعة - جامعة القاهرة

زميل أبحاث - جامعة كاليفورنيا

الطبعة الأولى

2008



الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

اسم الكتاب : عالم النيماتودا
(المشكلة - الحل)
اسم المؤلف : د/ أحمد أحمد عثمان
رقم الإيداع: 2007/24653
الترقيم الدولي : 3-300-258-977
الطبعة الأولى : 2008



الدار العربية للنشر والتوزيع

32 شارع عباس العقاد - مدينة نصر
جمهورية مصر العربية - القاهرة

تليفون : 22753335
فاكس : 22753388



﴿ سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَا ﴾

﴿ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ﴾

﴿ فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاء وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الأَرْضِ ﴾

"صدق الله العظيم"

إهـــداء

إلي الله سبحانه و تعالي أهدي كتابي ليكون عملا و علما ينتفع به .....

إلي روح أبي الذي عشت بجواره سنينا قليلة جدا كنت أتمني أن تمتد.....

إلي روح أمي العظيمة و التي عشت بداخلها أحلي سنين الحب .....

إلي أسرتي الصغيرة .....

إلي زوجتي ميرفت والتي تمتلك قدرا من الإيمان والإلهام والحب والمثابرة التي شجعتني علي إتمام هذا العمل الذي استغرق مني سنوات متواصلة وشاقة...

إلي ابنتي الحبيبة ناريمان ذات النفس الجميلة والروح الشقية المرحة وهي تخطو بخطواتها في علوم الصيدلة الطبية .....

إلي ابني الحبيب محمد ذو النفس البريئة العطوفة وهو في أول مراحل دراسته الهندسية .....

إلي أخوة لي من أهلي شاركوني رحلة الحياة .....

إلي مساعدي في رحلة البحث عن عالم النيماتودا في صحاري ومدن مصر إلي الأخ عبد الحميد .....

أهدى هذا الكتاب

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يوماً بعد يوم. ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً طلاباً وطالبات. علماء ومثقفين مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى- علوم الأمم الأخرى وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية. فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كانت المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب. ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق. وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلوم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع نهاية عصر الوجود التركى، ثم الاستعمار البريطانى والفرنسى مما عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة. اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء نحو إنماء اللغة وتطويرها حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة. والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائهما. ولو تصفحنا الكتب التى أُلفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتباً ممتازة لا تقل جودة عن مثيلاتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضاً، إذ رأى المستعمر أن فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها. إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التعلق له اكتساباً لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر– فى أسرع وقت ممكن– إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام والمهنى والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم وكلنا ثقة فى إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكوماتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، أو تكاد تتوقف بل تحارب أحياناً ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عقداً وأمراضا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم التطبيقية الحديثة إلى اللغة العبرية وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا. كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى على مناهجها الدراسية وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأناً من غيرها ؟!.

وأخيرا .. وتماشياً مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى باللغة العربية، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطراقة إلى رحاب لغتنا الشريفة تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشرة – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا ... ننفذ عهداً قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابة الكريم ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ (106) ﴾ " سورة التوبة الآية "

محمد أحمد دربالة
الدار العربية للنشر والتوزيع

الموضوع	الصفحة

المحتويات

الجزء الأول

النيماتودا والنباتات

الموضوع | الصفحة

الجزء الثانى

الأمراض النيماتودية

الجزء الثالث

المكافحة العامة للنيماتودا

الموضوع | الصفحة

الموضوع | **الصفحة**

تمهيد

عالم النيماتودا هو العدو الخفي للمزارع ....

وهو عالم غير مرئي بالعين المجردة ولذا كان خطره عظيم علي نباتات المملكة النباتية متطفلا عليها سواء تحت الأرض أو فوقها، مسببا أعراضا مرضية شديدة الاختلاف مؤديا في النهاية إلي موت النباتات المختلفة لمحاصيل الخضر والفاكهة، نباتات الزينة ومحاصيل الحقل، وذلك تحت ظروف الأعداد الكثيرة للنيماتودا المتطفلة.

وتلعب النيماتودا المتطفلة نباتيا دوراً خطيراً كمسبب للأمراض النيماتودية علي مستوي العالم، وتختلف أهمية الأنواع السائدة باختلاف البيئة والمناخ والنبات، ولذلك تسود أجناس وأنواع في المناطق الباردة تختلف عن الأنواع والأجناس السائدة في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية ولكل فيها تميزه واختلافه عن الآخر. وتسبب الأمراض النيماتودية علي مستوي العالم خسائر تقدر بمليارات الدولارات كخسائر مباشرة وغير مباشرة وكذلك لدورها الخطير في فتح الطريق إلي مسببات الأمراض النباتية الأخرى كفطريات وبكتيريا وفيروسات. وفي العقود الخمسة السابقة كان للضرر الشديد للنيماتودا المتطفلة دورا في ازدهار استخدام المكافحة بالطرق الكيميائية باستخدام مبيدات النيماتودا الجهازية والغير جهازية. ونتيجة للاستخدام المكثف لهذه المبيدات وزيادة الاستهلاك العالمي للمنتجات الزراعية أدي ذلك إلي ظهور مشكلات تلوث البيئة والمياه، التأثير الضار علي الإنسان وحيواناته المصاحبة مما استدعي شد الانتباه إلي عوامل المكافحة الغير كيماوية واستخدام عناصر المكافحة الحيوية علي نطاق لا زال محدودا ويأمل في زيادته وانتشاره من خلال منظومة المكافحة المتكاملة.

ونظرا لقلة المعلومات المتاحة في مجال بيئة النيماتودا والأمراض المختلفة والمنتشرة تحت ظروف المنطقة العربية والمصرية، كذلك استخدام العناصر المختلفة للمكافحة من كيماوية، طبيعية، زراعية، حيوية ومكافحة متكاملة، وذلك في صورة علمية توفر لغير المختصين في مجال الأمراض النباتية وطرق مكافحتها.

يهدف هذا الكتاب إلي وضع و شرح عالم النيماتودا، ذلك العالم الخفي وإظهاره في صورة جلية ومفهومة بحيث يستطيع غير المختص، المهني في مجال الزراعة والمستثمر المثقف أن يتعرف علي ذلك العالم ويعرف كيف يتحسس خطاه في ذلك المجال.

ولقد حرصت في هذا الكتاب علي إظهار الكثير من المعلومات الغير معروفة في صورة مرئية بحيث يصبح ذلك العدو الخفي عدوا منظورا كي تسهل معرفته ومكافحته وإدارة الأساليب المختلفة للتحكم والسيطرة عليه في زراعتنا المختلفة والتي لا تزال تعاني بشدة من عالم النيماتودا وخصوصا في مناطق الاستصلاح الحديثة والرملية وكذلك أراضي الوادي القديمة.

ويحتوي هذا الكتاب علي ثلاثة أجزاء هامة، الجزء الأول يتضمن معلومات عن الأهمية الاقتصادية للنيماتودا ومقدار التلف والضرر الناشئ عنها وكذلك معلومات عن علاقة النيماتودا بالنبات وكيفية حدوث الضرر والأعراض المختلفة، وكيفية انتشار النيماتودا في الحقول وحدوث التلوث، وكيف تتعرف النيماتودا علي عوائلها المختلفة والقابلية المختلفة للإصابة بين العوائل العديدة ودرجات المقاومة وأسبابها. ويتضمن الجزء الثاني الأمراض النيماتودية التي تصيب العوائل النباتية من محاصيل حقل، خضر، فاكهة ونباتات زينة وأعراض الإصابة بها ودورات الحياة، كذلك يعطي أهمية كبيرة للأمراض المركبة التي تسببها النيماتودا مع بقية مسببات الأمراض من فطريات ،بكتيريا وفيروسات. والجزء الثالث يعطي فكرة واضحة وشاملة لعناصر المكافحة العامة للنيماتودا مستعينا بصور حقيقية لعالم المكافحة بعناصره المختلفة، كذلك عناصر المكافحة المتكاملة في التطبيق العملي في الحقل.

ولقد وجهت عظيم اهتمامي إلي المكافحة الحيوية للنيماتودا وذلك في الجزء الثالث من الكتاب لما له من أهمية الآن بعد انحسار عالم مبيدات النيماتودا الكيماوية وزيادة التلوث وزيادة الوعي البيئي، وتضمن هذا الجزء أحدث المعلومات بهذا الشأن وجعلته بمشيئة الله أكثر قربا للقارئ المثقف وأكثر إحساسا به فهما ورؤية وإدراكا.

وفي النهاية أرجو أن يكون هذا الكتاب شمعة تضئ هذا العالم الخفي ويكون إسهاما متواضعا في حل واستجلاء مشكلة النيماتودا في العالم العربي. وهو جهد لم ولن يبلغ الكمال أبدا فالكمال لله سبحانه وتعالي وحده هو من وراء القصد وهو يهدى السبيل، عليه توكلت وإليه أنيب.

المـــؤلـف

د/ أحمـد أحمـــد عثـمان

الجــــزء الأول

النيمــاتودا والنبــات

الجـــزء الأول

النيمـــاتودا والنـــبات

-النيماتودا المتطفلة نباتياً (نظرة عامة):

النيماتودا ديدان أسطوانية ميكروسكوبية الحجم لها تماثل جانبى وغير مقسمة إلى حلقات ولا لون لها شفافة والمقطع العرضى لها مستدير. والشكل العام مغزلى وفى بعض الأجناس تظهر ظاهرة تعدد الأشكال الجنسى (الإناث بعد تمام تطورها تأخذ شكلاً ليس دوديا على هيئة شكل ليمونى أو كمثرى أو كلوى) والذكر دائماً دودى الشكل لا يتغذى إلا نادراً (شكل 1-5).

وتعيش النيماتودا فى معظم البيئات الزراعية ومتطفلة على نباتات المملكة النباتية ومتغذيات على الفطر والبكتريا ومتطفلات على الحشرات والبعض منها مفترس لحيوانات التربة الصغيرة وتعيش أغلب النيماتودا فى التربة الزراعية 90% منها فى الطبقة السطحية 15-20سم وللنيماتودا أربعة أطوار يرقية والطور اليرقى الأول فى البيضة وتوجد كل الأطوار إما فى التربة الزراعية أو فى بقايا النباتات المصابة (شكل 2).

وقياسات النيماتودا مجهرية بالميكرون فيتراوح الطول بين 1-5 ملى ميتر والذكور أصغر من الإناث عادة. ولا توجد للنيماتودا زوائد خارجية. ويغطى الجسم كيوتيكل ناعم وقد يحمل بعض العلامات الطولية أو العرضية ويقع خلف الكيوتيكل طبقة الهيبودرمس التى تنتج الكيوتيكل ثم الطبقة الأخيرة وهى طبقة العضلات التى تسمح بحركة النيماتودا. وللنيماتودا جهاز هضمى كامل التكوين بسيط يفتح بفتحة شرج

فى الأنثى وفتحة المجمع فى الذكر. الأجناس منفصلة والجهاز التناسلى كامل التكوين ويتركب من غدة أو غدتان (خصية فى الذكر ومبيض فى الأنثى) وللذكر بالإضافة إلى الغدة التناسلية توجد حويصلة منوية ووعاء صادر ووعاء ناقل وقناة قاذفة وشوكتا جماع. وللأنثى بالإضافة إلى الغدة التناسلية قناة مبيض ورحم وحوصلة ومهبل يفتح بفتحة تناسلية. وللنيماتودا جهاز عصبى وأخراجى متطور وليس لها عيون ولها أعضاء حس كيماوى فى مقدمة ومؤخرة الجسم وليس لها جهاز تنفسى أو دورى ويلعب سائل الجسم دوراً فى تنظيم العمليات والأنشطة الحيوية (شكل 3، 4).

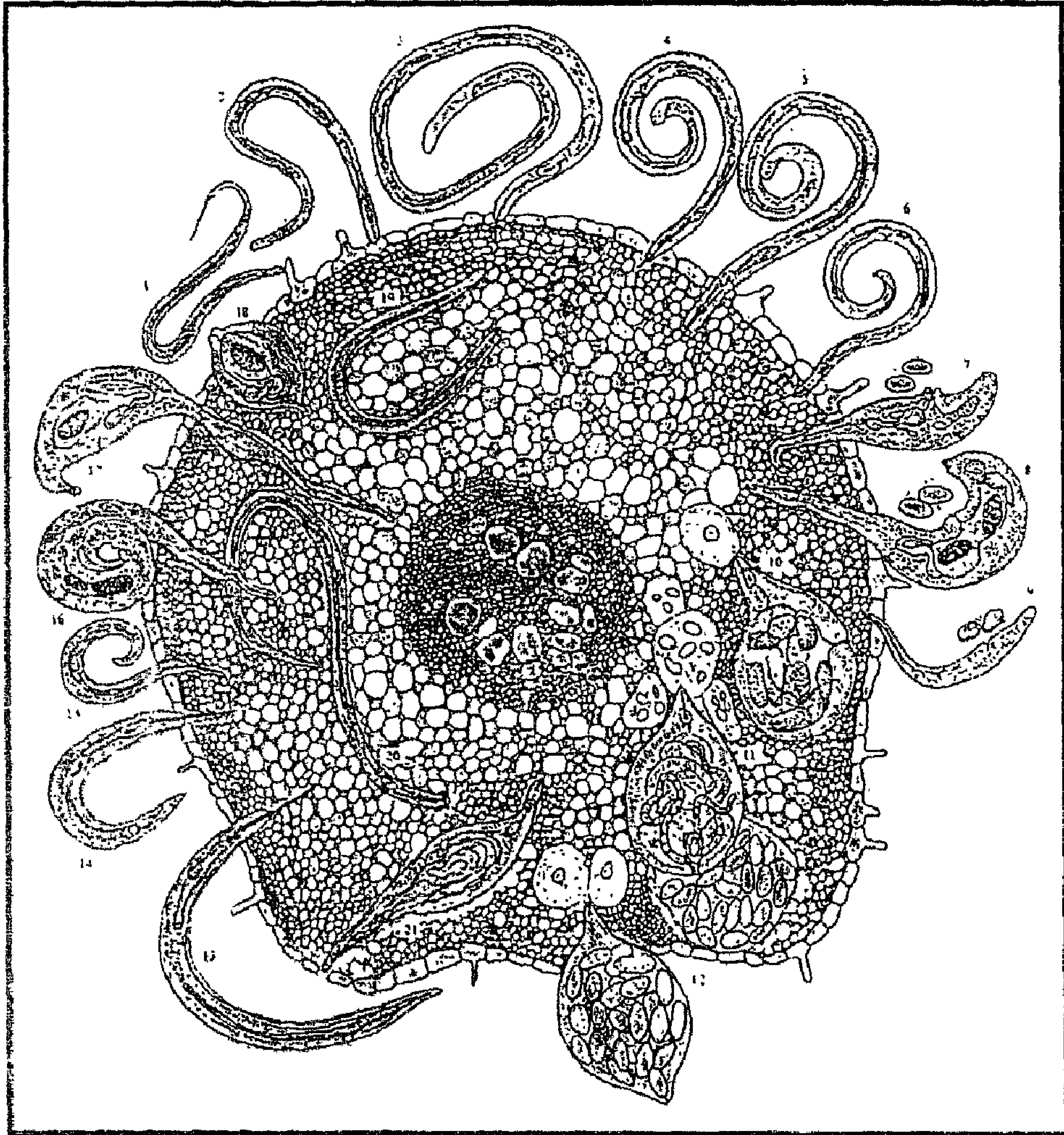
وتتميز النيماتودا المتطفلة نباتياً بأن لها رمح قوى Stylet فى مقدمة الجسم يختلف طوله وصلابته باختلاف الأنواع وهو على شكل صاروخ قوى به قناة وعن طريق الرمح تمتص العصارة النباتية وتنتقل إلى المرئ ثم القناة الهضمية (شكل 3، 4).

وتنقسم النيماتودا المتطفلة نباتياً إلى ثلاثة مجموعات رئيسية:

1- The Tylenchs وتشمل Tylenchids ، Aphelenchids.

2- The Longidorids.

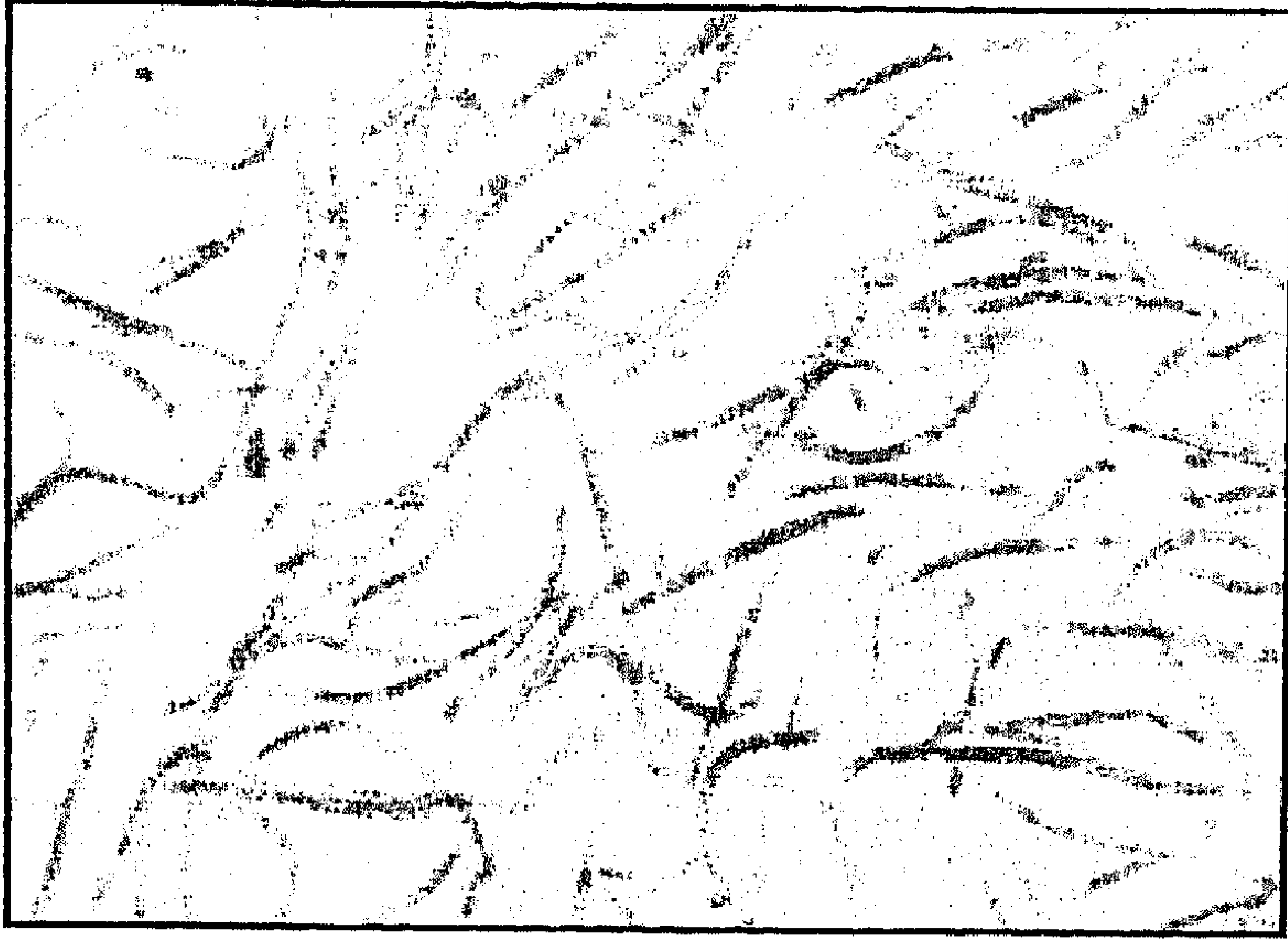
3- Trichodorids.



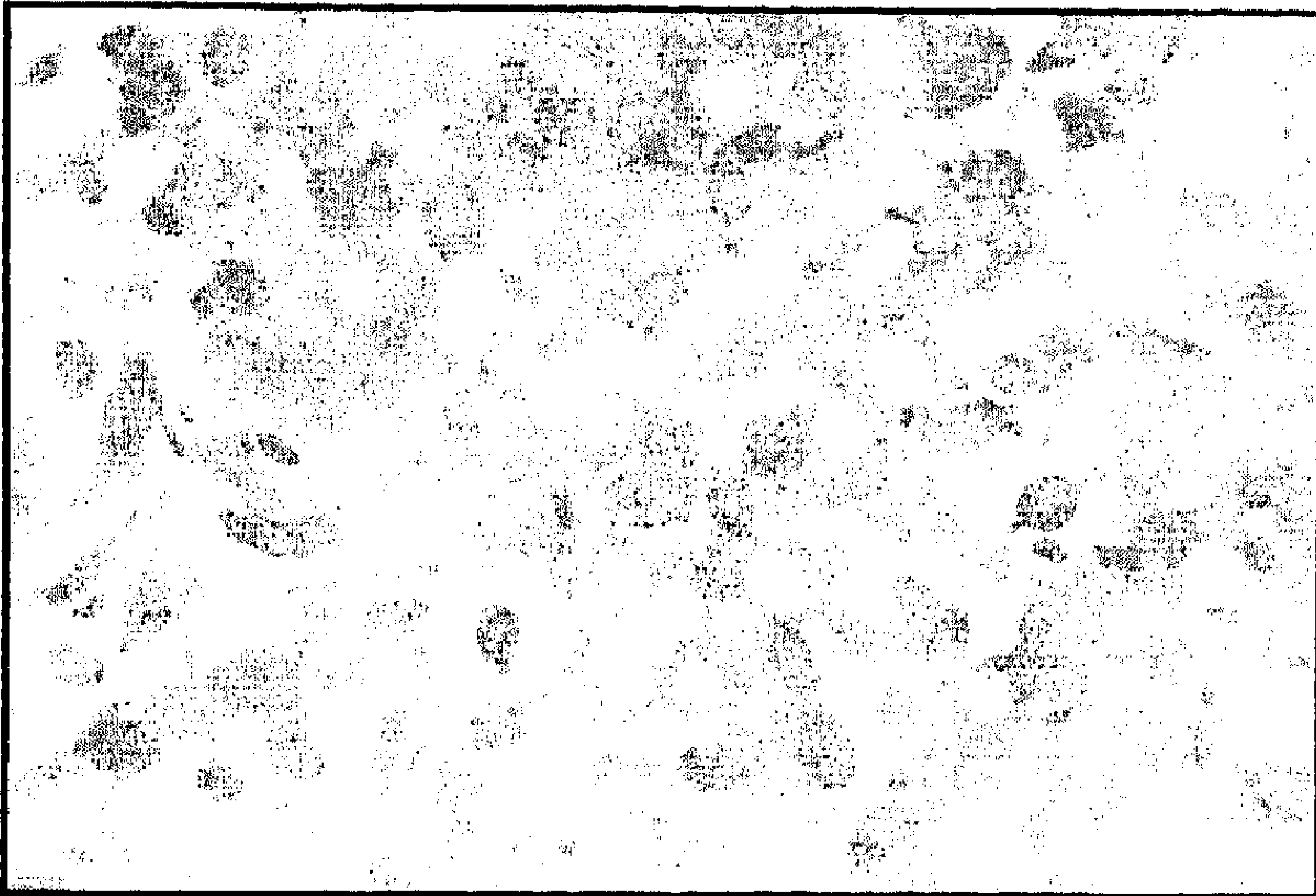
رسم توضيحى يبين أشكال الاجناس المختلفة للنيماتودا المتطفله على الجذور النباتية

1.Cephalenchus. *2.Tylenchorhynchus.* ***3.Belonolaimus.***
4.Rotylenchus. *5.Hoplolaimus.* ***6.Helicotylenchus.***
7.Verutus. *8.Rotylenchulus.* ***9.Acontylus.***
10.Meloidodera. *11.Meloidogyne.* ***12.Heterodera.***
13.Hemicycliophora. *14.Macroposthonia.* ***15.Paratylenchus.***
16.Trophotylenchulus. *17.Tylenchulus.* ***18.Sphaeronema.***
19.Pratylenchus. *20.Hirschmanniella.* ***21.Nacobbus.***

شـــــكل (1)

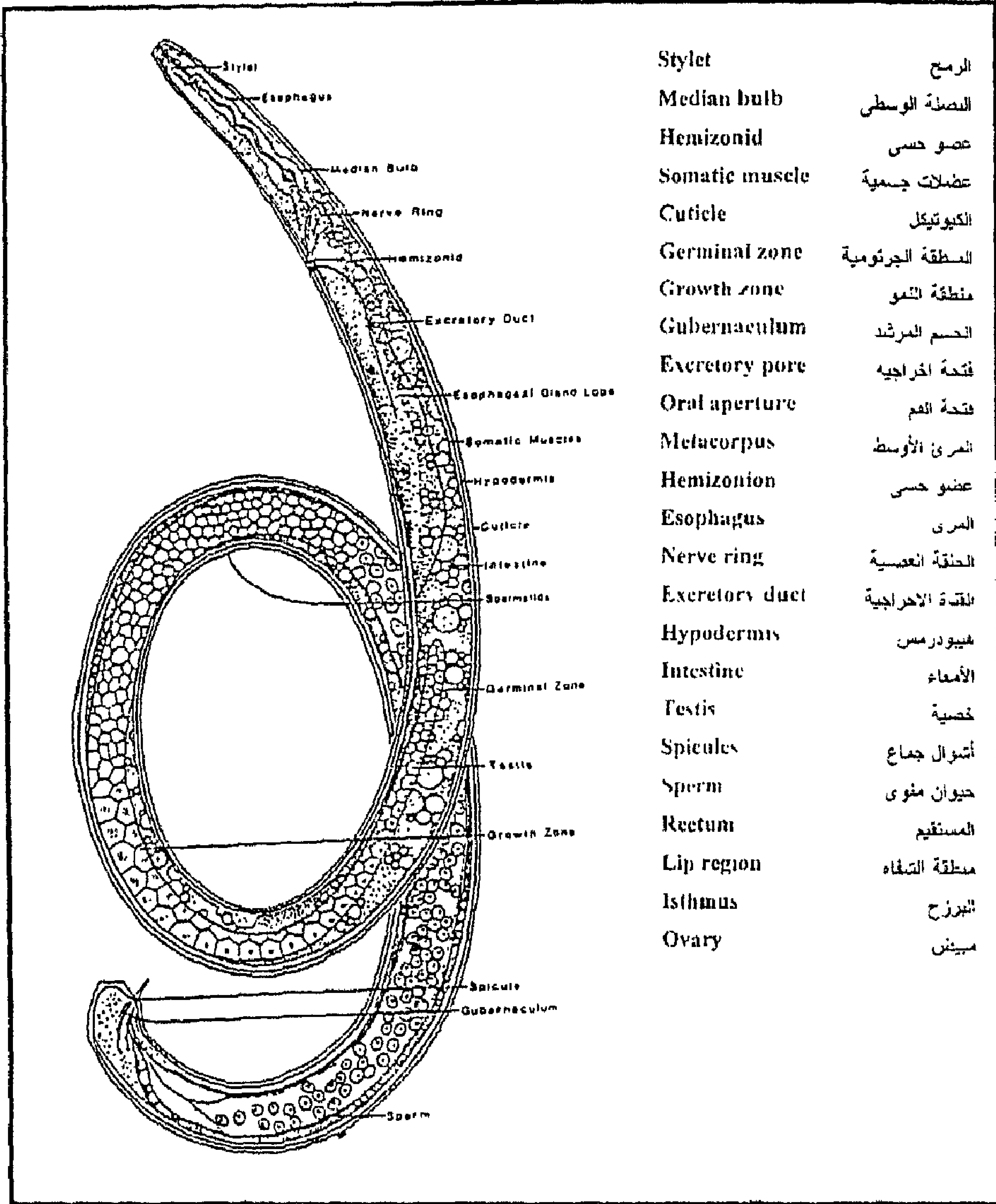


صورة توضح بيض ومراحل يرقية مختلفة من نيماتودا التقرح ***Pratylenchus penetrans*** معزولة من جذور أشجار الورد (7000 بيضة، 9400 يرقة/ 5جم جذور).



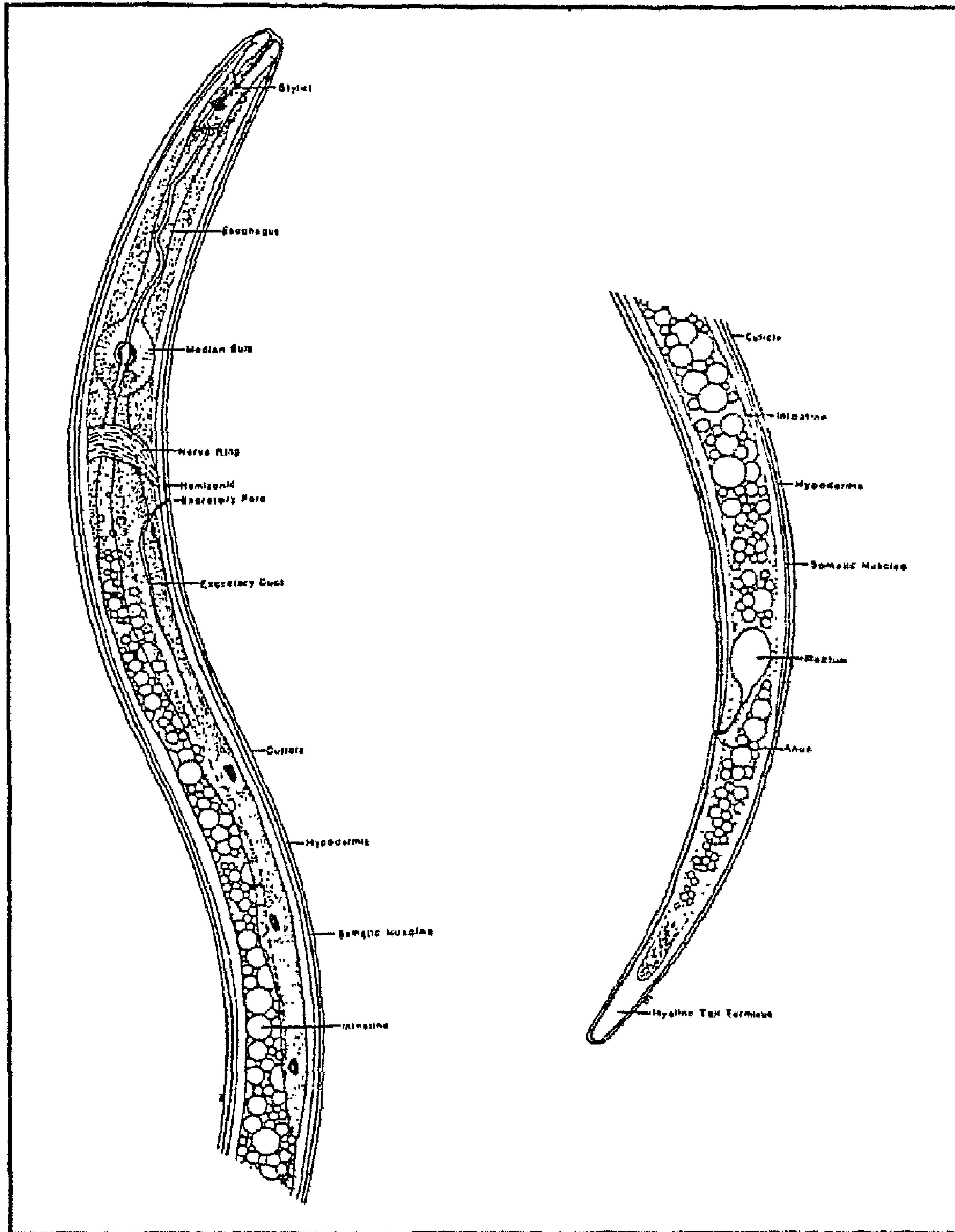
صورة توضح إناث صغيرة السن من نيماتودا الحويصلات على القمح ***H.avenae*** مفصولة من نباتات تابعة للعائلة النجيلية (3400 حويصلة/5جم جذور)

شـــــكل (2)



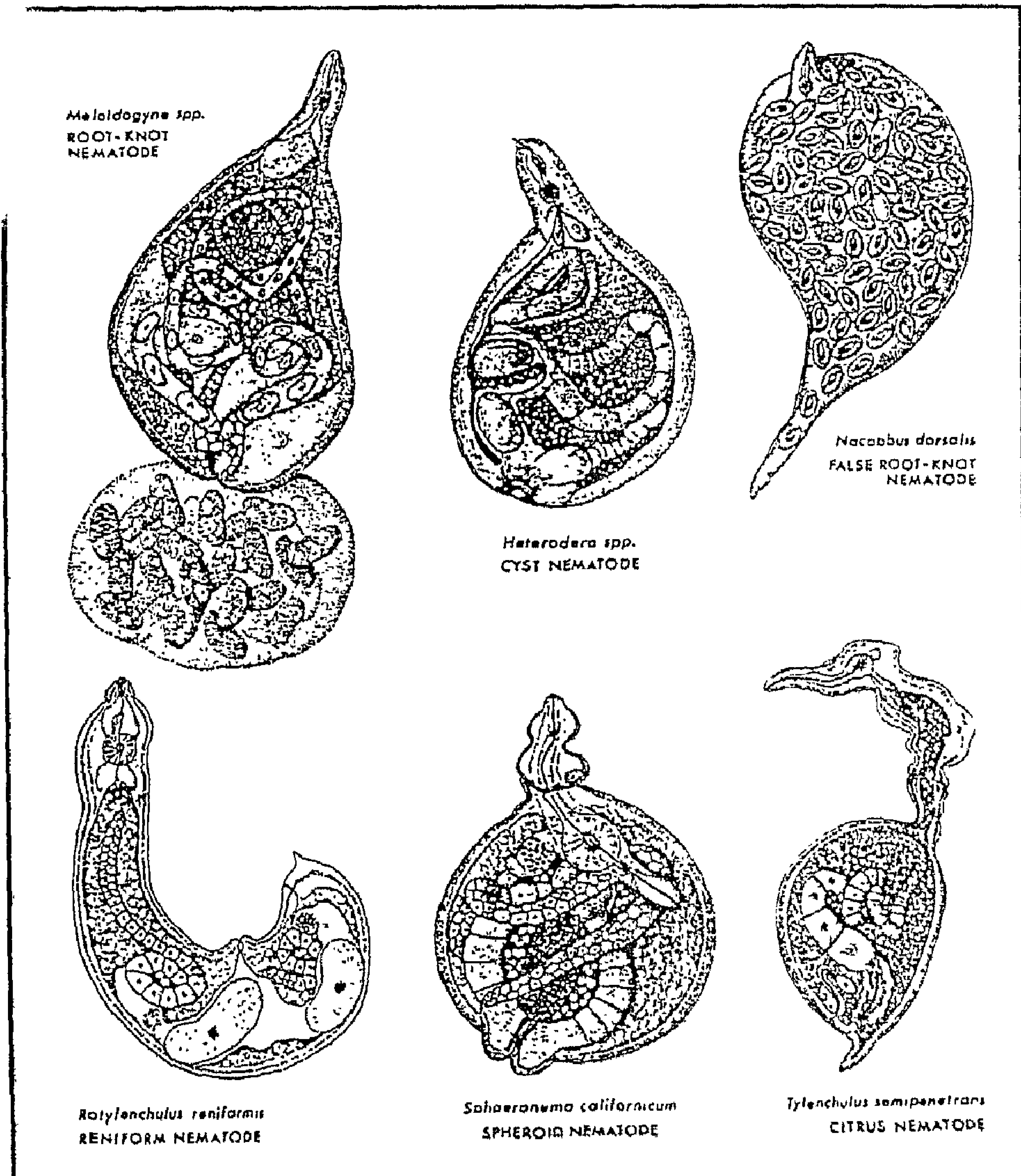
صورة توضح الشكل الظاهرى والصفات المورفولوجية للنيماتودا (ذكر)

شـــــكل (3)



صورة توضح منظر أمامى وخلفى للنيماتودا يوضح الصفات المورفولوجية لها (طور يرقى ثانى)

شـــكل (4)



صورة توضح أشكال إناث النيماتودا المتضخمة (ظاهرة تعدد الأشكال الجنسى)

شـــكل (5)

وتعتبر التيلنكيدز هي أكثر المجموعات عددا وانتشارا وأهمية اقتصادية على مستوى العالم وتشكل التهديد الحقيقي للمملكة النباتية.

I- مجموعة التيلينكيد Tylenchs:

أكبر مجموعة نيماتودية تتراوح في الطول من 0.2-1 ملي ميتر ولكن أحياناً يتعدى الطول 3ملي. وللنيماتودا فتحة أمامية (فتحة الفم) محاطة بشفاة وللنيماتودا رمح قوي في مقدمة الجهاز الهضمي - وتوجد أعضاء الحس الكيماوي في مقدمة الجسم حول فتحة الفم. المرئ يتركب من ثلاثة أجزاء رئيسية تحتوي على أهم الأجناس النيماتودية المهمة اقتصادياً.

II- مجموعة Longidorids اللونجيدوردز:

وهي أطول من أفراد مجموعة التيلنكيدز وتتراوح ما بين 0.9-12 ملي ميتر والرمح قوي من النوع Odontostylet ويصل طوله إلى حوالي 300 ميكرون µm- والمرئ يتكون من جزءان رئيسيان أمامي ضيق وخلفي حويصلي وهو غدي عضلي.

III- مجموعة Trichodorids :

التريكودوردز قصيرة الطول 0.5-1.1 ملي. تأخذ شكل السيجار ومقدمة الجسم ومؤخرته مفلطحة والرمح من النوع Onchiostyle ملتوي.

وتنقسم النيماتودا إلى متطفلات خارجية ونصف داخلية وداخلية:

- الأهمية الاقتصادية للنيماتودا المتطفلة على النبات:

Economic importance of plant parasitic nematodes :

تلعب النيماتودا المتطفلة على النبات دوراً هاماً في تأثيرها على الإنتاج الزراعي المحلي والعالمي وفي الحقيقة لا يمكن تقدير الخسائر المترتبة على النيماتودا الممرضة (المتطفلة) بصورة دقيقة. ولقد أنفق المزارعين حوالي 225 مليون دولار سنوياً على مبيدات النيماتودا الكيميائية لمكافحتها على الموز- الموالح - القطن - نباتات الزينة- الفول السوداني - الأناناس - بنجر السكر- الدخان.

ويختلف التلف الناشئ عن الأمراض النيماتودية من تلف نسبته 1% إلى تلف كامل 100% ويتوقف ذلك على كثافة النيماتودا فى التربة، قابلية المحاصيل للإصابة، الظروف البيئية والنوع النيماتودى السائد ووجود مسببات مرضية أخرى (تشكل الأمراض المركبة) ويصل الفقد عالمياً على جميع المحاصيل ما نسبته 10% من الإنتاج الكلى.

ولقد بلغ الفقد فى العشرين محصولاً العالميا Life sustaining crops (ذات أهمية غذائية أساسية) ما نسبته 10.7% وهم:

Banana, Barley, Cassava, Chickpea, Coconut, Corn, Field bean, Millet, Oat, Peanut, Pigeon Pea, Potato, Rice, Rye, Sorghum, Soybean, Sugar beet, Sugar cane, Sweet potato, Wheat.

أما بالنسبة للمحاصيل العشرين المهمة اقتصادياً وهى:

Cacao, Citrus, Coffee, Cotton, Cowpea, Eggplant, Forages, Grape, Guava, Melons, Okra, Ornamentals, Papaya, Pepper, Pineapple, Tea, Tobacco, Tomato, Yam.

فقد بلغت نسبة التلف والفقد 14%. والنسبة العامة للفقد فى الأربعين محصولا 12.3%.

والمحاصيل المعضدة للحياة هى التى تقف بين الإنسان والجوع والمجاعة، ولقد قدرت الخسائر الناجمة عن الأمراض النيماتودية فى الولايات المتحدة الأمريكية قرابة 5.8 بليون دولار على جميع المحاصيل سنوياً.

وكأمثلة على الخسائر النسبية العالمية للأمراض النيماتودية على بعض المحاصيل الهامة والقيمة النقدية لهذه الخسائر **يمكن ضرب الأمثلة التالية:**

النقص فى المحصول % Yield Losses %	القيمة النقدية للخسائر Monetary Losses $
Banana 19.7	178,049,979
Wheat 7	5,806,320,660
Citrus 14.2	4.022,931,000
Corn 10.2	6,736,129,470
Peanut 12	1,028,901,120
Potato 12.2	5,789,403,696
Rice 10	16.072,597,800
Soybean 10.6	2,687,081,500
Sugar beet 10.9	1,983,596,774
Sugar cane 15.3	16,464,854,000

وتبلغ الخسائر العالمية بسبب الأمراض النيماتودية على 21 محصول عالمى ما قيمته **$77,698,508,015**. العالم Nathaniel cobb قدر اعداد النيماتودا فى الثلاث بوصات السطحية من التربة. ووجد أنها حوالى 3.000.000.000 نيماتودا وذلك فى الأكر (1000متر^2) Acre بينما تحتوى طبقة الـ 1–2 سم للأكر السطحية على 1.5.000.000.000 (واحد ونصف بليون) بينما تحتوى التربة المزروعة ببعض الحشائش على نيماتودا 9.000.000/م^2 من التربة وتبلغ نسبة 25% من الـ 9.000.000 نسبة النيماتودا المتطفلة. وقدرت أعداد النيماتودا فى حبة قمح مصابة بنيماتودا ثأليل القمح *Anguina tritici* على 90.000 يرقة.

فـى عـام 1981 قدرت نسـبة التلف والنقص فى المحاصيل نتيجة الإصابة بالأمراض النيماتودية إلى ما يقرب من 4.5.000.000.000 دولار.

وهناك حـالة شـديدة جداً لتأثير النيماتودا على المحصول فى الفلفل الأسود وصناعته فى Banka وهى جزيرة فى سومطرة فى أندونسيا حيث أنه فى عام 1922 كانت هناك أكثر من 22.000.000 شجرة مثمرة ونتيجة الإصابة بالنيماتودا *Radopholus similis* من سنة 1930–1950 ماتت 90% من هذه الأشجار.

كذلك فى بساتين الموالح فى كاليفورنيا وجد أن 90% منها مصابة بنيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* وتسبب ما يسمى Slow decline (نيماتودا

التدهور البطئ). كذلك فإن محصول بنجر السكر Sugar beet يتأثر بشدة بنيماتودا حويصلات البنجر *Heterodera schachtii*. ويمكن لـــ 150 أنثى نيماتودا التعقد الجذرى على مدى ثلاثة شهور أن تنتج أعداد تصل إلى 1.500.000.

وهناك بعض الملاحظات التى يمكن أن تقال فى هذا المجال بخصوص النيماتودا التى نتعايش معها وهى معنا إلى الأبد:

1- أنه يمكن لأكثر من نوع نيماتودى (جنس) أن يتطفل على عائل ما.

2- الكثير من المزارعين على غير علم بوجود النيماتودا وطبيعتها وطرق مكافحتها والمعلومات المتوافرة قليلة وبدائية خصوصاً فى البلاد النامية والمتخلفة.

3- التفتيش فى الحجر الزراعى عن مسببات الأمراض النيماتودية ضعيف وبدائى وغير فعال وذلك لعدم توفر المتخصصين فى هذا المجال بإعداد كافية.

4- تلعب الاقتصاديات دوراً هاماً فى اختيار طرق مكافحة مناسبة وفعالة نتيجة التكلفة العالية لها.

5- نقص المعلومات الخاصة بإجراءات السلامة والأمان للكيماويات الزراعية.

6- من الصعب جداً القول بأنه يمكن القضاء على النيماتودا وإزالتها من الحقول.

7- استخدام الأصناف المقاومة بطريقة غير علمية وبصورة دائمة يؤدى إلى تكوين سلالات عنيفة فى القدرة المرضية Virulent pathotypes.

8- كذلك استخدام المبيدات الكيماوية لمكافحة النيماتودا بصورة عشوائية وغير علمية يؤدى إلى ظهور سلالات مقاومة ومنيعة ضد المبيدات Tolerant resistant races or strains.

9- تلعب الكائنات الدقيقة الموجودة فى التربة دوراً هاماً وأساسياً فى أحداث الأمراض المركبة ذات التأثير الشديد عما لو كانت موجود بصورة منفردة *Meloidogyne + Fusarium on* cotton.

10- للبعض من النيماتودا قدرة على تحمل الجفاف Dessication مثل *Anguina tritici or Ditylenchus dipsaci* يمكنها تحمل الجفاف لسنين عديدة كذلك نيماتودا الحويصلات.

تلعب بعض وسائل الانتشار دوراً فى نشر أمراض نيماتودية معينة مثل *Rhadinaphelenchus cocophilus* تنقلها بعض الخنافس beetles أو الرياح أو المياه المتحركة.

-تقديرات نسبة الخسائر نتيجة النيماتودا على الفواكه فى الولايات المتحدة الأمريكية 1986/1985 بالألف طن مترى:

التفاح	8% من الإنتاج	340.000 mt
الكريز	10% من الإنتاج	90.700 mt
العنب	20% من الإنتاج	86.000.000 mt
جريب فروت	54% من الإنتاج	406.000 mt
الخوخ	12% من الإنتاج	20.400 mt
البرقوق	10%	10.900 mt

– تقديرات نسبة الخسائر فى الخضر نتيجة النيماتودا :

الكانتلوب	10.5% من الإنتاج	6.919.115
الجزر	15% من الإنتاج	81.600 mt
الخيار	12% من الإنتاج	2.620.00 mt
الخس	10% من الإنتاج	11.300 mt
البامیا	5.2% من الإنتاج	35.300 hl
البصل	5% من الإنتاج	113.000 ml
البطاطس	12% من الإنتاج	624.000 mt
البطيخ	10% من الإنتاج	6.030.010 melons

- تقدير نسبة الخسائر نتيجة النيماتودا على محاصيل الحقل:

البرسيم	5% من الإنتاج	689.000 mt
الفول	8%	272.000 mt
بنجر السكر	5%	1.720.000 mt
القمح	4%	14.100.000 hl

والجداول التالية تبين أهم أنواع وأجناس النيماتودا المتطفلة نباتياً على أهم محاصيل الخضر والفاكهة والحقل وذلك فى كثير من دول العالم التى يختلف فيها المناخ العام من بارد إلى معتدل إلى مناخ المناطق الاستوائية والتحت أستوائية (2 جدول).

Some Economically Important Plants- Parasitic Nematodes of Selected Crops:

ALFALFA	**COCONUT**
Ditylenchus dipsaci	*Rhadinaphelenchus cocophilus*
Meloidogyne hapla	
Meloidogyne incognita	**COFFEE**
Meloidogyne javanica	*Meloidogyne spp.*
Pratylenchus spp.	*Pratylenchus coffeae*
Paratylenchus spp.	*Pratylenchus brachyurus*
	Radopholus similes
BANANA	*Rotylenchulus reniformis*
Radopholus similis	*Helicotylenchus spp.*
Helicotylenchus multicinctus	*Hemicriconemoides spp.*
Meloidogyne spp.	*Xiphinema spp.*
Pratylenchus spp.	
Rotylenchus spp.	**CORN**
	Pratylenchus spp.
BEANS & PFAS	*Belonolaimus spp.*
Meloidogyne spp.	*Trichodorus spp.*
Heterodera spp.	*Dolichodorus heterocephalus*
Belonolaimus spp.	*Hoplolaimus geleatus*
Helicotylenchus spp.	*Xiphinema spp.*
Rotylenchulus reniformis	
Paratrichodorus anemones	**COTTON**
Trichodorus spp.	*Meloidogyne incognita*
	Belonolaimus longicaudatus
CASSAVA	*Rotylenchulus reniformis*
Rotylenchulus reniformis	*Hoplolaimus geleatus*

Meloidogyne spp.

CEREALS
Anguina tritici (Emmer, rye, spelt, wheat)
Bidera avenae (oat, wheat)
Ditylenchus dipsaci (rye, oat)
Subanguina radicicola (oat, barley, wheat, rye)
Meloidoygne naasi (barley, wheat, rye)
Pratylenchus spp (oat, wheat, barley, rye)
Paratylenchus spp. (wheat)
Tylenchorhynchus spp. (wheat, oat)

CITRUS
Tylenchulus semipenetrans
Radophlolus similis
Hemicycliophora arenaria
Pratylenchus spp.
Meloidogyne spp.
Belonolaimus gracilis

CLOVER
Meloidogyne spp.
Heterodera trifolii

Pratylenchus spp.
Tylenchorhynchus spp.

GRAPES
Xiphinema spp.
Pratylenchus spp.
Meloidogyne spp.

GRASSES
Pratylenchus spp
Longidorus spp
Paratrichodorus christiei
Xiphinema spp.
Ditylenchus spp.
Meloidogyne spp.

PEANUT
Pratylenchus spp.
Meloidogyne hapla
Meloidogyne arenaria
Criconemella spp.

PINEAPPLE
Paratrichodorus christiei
Criconemella spp.
Meloidogyne spp.
Rotylenchulus reniformis
Helicotylenchus spp.
Pratylenchus spp.
Paratylenchus spp.

POTATO
Globodera rostochiensis
Globodera pallida
Meloidogyne spp.
Pratylenchus spp.
Trichodorus primitivus
Ditylenchus spp.
Paratrichodorus spp.
Nacobbus aberrans

RICE
Aphelenchoides besseyi
Ditylenchus angustus
Hirschmanniella spp.
Heterodera oryzae
Meloidogyne spp.

SUGARCANE
Meloidogyne spp.
Pratylenchus spp.
Radopholus spp.
Heterodera spp.
Hoplolaimus spp.
Helicotylenchus spp.
Scutellonema spp.
Belonolaimus spp
Tylenchorhynchus spp.
Xiphinema spp.
Longidorus spp.
Paratrichodorus spp.

TEA
Meloidogyne spp.
Pratylenchus spp
Radopholus similis
Hemicriconemoides kanayaensis
Helicotylenchus spp.
Paratylenchus curvitatus

Tobacco
Meloidogyne spp.
Pratylenchus spp.

	Tylenchorhynchus claytoni
SMALL FRUITS	*Globodera spp*
Meloidogyne spp	*Trichodorus spp*
Pratylenchus spp	*Xiphinema americanum*
Xiphinema spp	*Ditylenchus dipsaci*
Longidorus spp	*Paratrichodorus spp*
Paratrichodorus christiei	
Aphelenchoides spp (strawberry)	**TOMATO**
	Pratylenchus spp.
SOYBEAN	*Meloidogyne spp*
Heterodera glycines	
Meloidogyne incognita	**TREE FRUITS**
Meloidogyne javanica	*Pratylenchus spp* (apple, pea, stone fruits)
Belonolaimus spp	*Paratylenchus spp* (apple, pear)
Hoplolaimus columbus	*Xiphinema spp* (pear, cherry, peach)
	Cacopaurus pestis (walnut)
SUGAR BEET	*Meloidogyne spp.* (stone fruits, apple, etc)
Heterodera schachtii	*Longidorus spp* (cherry)
Ditylenchus dipsaci	*Criconemella spp.* (peach)
Meloidogyne spp.	*Tylenchulus spp.* (olive)
Nacobbus aberrans	
Trichodorus spp.	
Longidorus spp.	
Paratrichodorus spp.	

- قائمة تبين أهم أجناس النيماتودا المتطفلة نباتيا على أهم محاصيل الخضر والحقل والفاكهة فى العالم.

-التلف الناشئ عن النيماتودا المتطفلة Nematodes and Plant damage:

تتطفل النيماتودا على نباتات وأشجار المملكة النباتية باختلاف أنواعها ويختلف التطفل باختلاف أماكن التطفل والتغذية النيماتودية فمن تطفل على المجموع الجذرى إلى التطفل على المجموع الخضرى والأوراق والسوق والبراعم ويختلف التلف الناشئ عن التغذية باختلاف الأنواع النيماتودية أيضا بالإضافة إلى نوع العائل النباتى ويكون من نتيجة ذلك ظهور أشكال مختلفة للتلف damage **يمكن تلخيصه فى أحدى مجموعتين:**

1- التلف الميكانيكى للجذور والمجموع الخضرى.

2- التلف الفسيولوجى للنبات ونقص كفاءته.

أولاً: التلف الميكانيكى Mechanical Plant Damage :

ينشأ عن حركة رمح النيماتودا فى مناطق التغذية للداخل والخارج خلال عملية اختراق النيماتودا لخلايا النبات. ونتيجة هذا التلف الميكانيكى تتكون الجروح والقروح التى تنقص من كفاءة امتصاص العناصر الأساسية من التربة والماء كما أنها تفتح الطريق لدخول مسببات الأمراض البكتيرية والفطرية والفيروسية ونشوء الأمراض المركبة أو المعقدة.

ثانياً: نقص كفاءة النبات فسيولوجيا :

الاستجابة الأولى من النبات للإصابة عبارة عن رد فعل حسى يتضمن إفراز مركبات فينولية ترتبط برد الفعل المقاوم للإصابة وهذا يمثل محاولة النبات للتغلب على الإصابة.

ولكن مع زيادة الكثافة العددية للنيماتودا المهاجمة والتى تمتلك جينا للتطفل بينما النبات لا يحتوى على جين للمقاومة تكون النتيجة النهائية لعملية التطفل والتغذية هى سلسلة من ردود الفعل الكيماوى الذى يتداخل مع فسيولوجية النبات وعملياته مثل التنفس والنتح والتمثيل الضوئى. فى النهاية يصبح النبات غير صحى وغير سليم (مختل فسيولوجياً).

ورد الفعل الكيماوى قد يتسبب مباشرة من تطفل النيماتودا وقد يحتوى على هرمونات مفرزة من النيماتودا أو من النبات، ولقد أمكن تحديد مركبات كيماوية وانزيمات وأحماض أمينية فى مناطق الإصابة من الأنسجة قد ترجع إلى النيماتودا أو إلى النبات نفسه. كما أمكن تحديد عمليات تحلل جدر الخلايا، عمليات أكسدة وعمليات النقل داخل النبات. كما أمكن تحديد زيادة فى هرمونات معينة مثل IAA, Gibcrellins.

والاستجابة الكيميائية تناسب زيادة التنفس لتكوين وإنتاج مركبات تستخدم فى إصلاح وتجديد الأنسجة المصابة. كما أمكن تحديد زيادة RNA, DNA المستخدمين

فى إنتاج البروتينات التى تستخدم لإنتاج الأنزيمات والهرمونات. واستجابة النبات تختلف تجاه الإصابة باختلاف الصنف النباتى ونوع النيماتودا.

وردود الفعل والاستجابة البيوكيميائية تتضمن تجلط وتجمع السيتوبلازم ونقص فى فراغات الخلية الكبيرة وزيادة عدد الفراغات الصغيرة بها، تحلل جدر الخلايا، زيادة حجم الأنوية وانقسامها وتكون خلايا متعددة الأنوية وزيادة فى الشبكات الأندوبلازمية، وأجسام جولجى والميتوكوندريا وكبر حجم الخلايا وكثرة اعدادها.

هذه التغيرات البيوكيميائية تؤثر بشدة على العمليات الفسيولوجية فى العائل. حيث يستخدم كثير من الطاقة فى مجالات غير مجالاتها الطبيعة مثل التنفس والتمثيل الضوئى والنتح وبالتالى تقل عمليات التنفس والتمثيل الضوئى. كما تؤدى الإصابة إلى أن الطاقة المتاحة تكون غير كافية لاستمرار عمليات النمو ثم يأخذ النبات فى التدهور فى عملياته الحيوية السابق ذكرها ونتيجة لذلك كله يظهر النبات أعراض مرضية لأمراض مختلفة.

- تأثير النيماتودا المتطفلة على النبات :

Plant-Parasitic nematodes their threat to agriculture:

يذكر العالم المرموق Chitwood فى أول محاضرة له دائماً أن مشكلة النيماتودا المتفاقمة تظهر عندما يزرع محصول قابل للإصابة بشدة بالنيماتودا عدة مرات متتالية لفترة طويلة فى نفس قطعة الأرض.

وكذلك قال Nyle Brady أنه عندما يزرع محصول بصفة دائمة لفترة طويلة جداً too long فى نفس قطعة الأرض يجب أن نتوقع مشكلة نيماتودا. وفى أحيان كثيرة قد لا تظهر أو تبدوا على السطح مشكلة نيماتودا. فعندما تكون هناك إصابة مثلا على البطاطس بنيماتودا *Globodera rostochiensis* فإنه لايمكن التنبأ بهذه الإصابة إذا اختبرت فقط الطبقة العليا من التربة.

كذلك فإن المشاهدة العينية فقط لا يمكن أن تفصح عن وجود الإصابة (متمثلة فى انخفاض الإنتاجية) ويجب عموما أن تنسب مستويات النقص فى معدلات المحصول إلى مستويات النيماتودا فى التربة.

الاستهلاك الزائد للمياه والأسمدة فى المحاصيل المصابة بالنيماتودا تعتبر من الخسائر الغير مباشرة نتيجة الإصابة حيث أن الجذور المصابة بالنيماتودا لاتستخدم المياه والأسمدة بكفاءة مثل ما تستخدمها الجذور السليمة.

وعموماً فإن ملاحظة الجذور المصابة من الجذور السليمة تعتبر عاملاً هاماً يفرق بين الأرباح والخسائر.

وبالرغم من أن مشاكل النيماتودا تظهر فى جميع بقاع العالم حيث تزرع المحاصيل دائماً فإن التلف الملحوظ والخسائر المرئية تظهر أكثر فى المناطق الدافئة للأسباب التالية:

(1) ارتفاع درجات الحرارة وطول الموسم الزراعى أدى إلى زيادة عدد أجيال النيماتودا فى العام وبالتالى زيادة أعداد النيماتودا وزيادة نسب وشدة الإصابة.
(2) زيادة أعداد النباتات القابلة للإصابة Susceptible كل عام فى المناطق الدافئة تؤدى فى النهاية إلى زيادة معدل التكاثر للنيماتودا .Build up
(3) ظهور الأنواع الأكثر تأثيرا فى النباتات مثل أجناس نيماتودا التعقد الجذرى ونيماتودا الحويصلات وذلك فى المناطق الدافئة.
(4) فى المناطق الدافئة تظهر الأمراض المركبة المتسببة عن أكثر من كائن والتى تكون شديدة التأثير والمرضية.

وهناك بعض الاستثناءات التى تظهر فى الأماكن الباردة مثل أوروبا فيظهر فيها وبشدة النيماتودا *G.rostochiensis* على البطاطا، *H.schachtii* على بنجر السكر، *H.avenae* على oat، والقمح، *Anguina tritici* على القمح، *Ditylenchus dipsaci* على العديد من المحاصيل متضمنة البرسيم الحجازى والأبصال.

فى الأشجار المستديمة الخضرة والمصابة جذورها أظهرت أنها أكثر قابلية للتأثر بالبرد عن النباتات السليمة.

تعتبر النيماتودا المتطفلة نباتياً من أخطر ما يهدد الزراعات (الخضر- الفاكهة - نباتات زيتة ...) والكثير من المحاصيل الهامة اقتصادياً وجد أنها تصاب بشدة بكثير من الأمراض النيماتودية الشديدة التأثير ومثال ذلك.

- فول الصويا Soybean :

من المحاصيل الهامة اقتصادياً وتزداد المساحة المزروعة منه فى كثير من دول العالم ويتعرض فول الصويا للإصابة بنيماتودا حويصلات فول الصويا ومن المعروف أنه إذا طبقت وسائل مكافحة هذه النيماتودا فأنه يمكن زراعة فول الصويا اقتصادياً.

- البطاطس Potato:

من أهم المحاصيل الرئيسية التى تعتمد عليها كثير من بلدان العالم وخاصة ذات المناخ البارد وتعتبر نيماتودا *Globodera rostochiensis* من أخطر الأنواع التى تصيب البطاطس عالمياً.

- بنجر السكر Sugar Beet:

يصاب بشدة بنيماتودا حويصلات البنجر التى تسبب خسائر اقتصادية شديدة وإذا لم تكافح هذه الآفة جيداً يصبح الإنتاج غير مجزى إقتصادياً.

- الأرز Rice:

يصاب بشدة فقط ببعض الأنواع النيماتودية مثل مرض القمة البيضاء النيماتودى white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*، نيماتودا السوق Rice stem nematode, *Ditylenchus angustus*، نيماتودا جذور الأرز Rice root nematode, *Hirschmanniella spp.* ، ونيماتودا حويصلات الأرز Rice cyst nematode, *Heterodera oryzae*.

- أشجار جوز الهند Coconut palm :

فى بعض الجزر وكثير من مناطق الكاريبى Caribean تعتبر أشجار جوز الهند المصدر الرئيسى لزيت الطعام والحصول على معدل نقدى عال من التصدير. وتصاب أشجار جوز الهند بالنيماتودا *Rhadinaphelenchus cocophilus* مسببة مرض الحلقة الحمراء Red ring of coconut الذى يتميز بقدرته التدميرية الشديدة لأشجار جوز الهند ويهدد فى بعض الجزر بانتهاء وجود الأشجار فيها وتدمير القوى الاقتصادية فيها.

- المـــوز Banana:

من المحاصيل الهامة اقتصادية وتصاب بشدة بأحد الأنواع الشديدة التأثير وتسمى النيماتودا الناخرة The Burrowing nematode, *Radopholus similes* ويرمز إليه باسم (Blackhead Toppling Disease) ويمكن لهذه النيماتودا أن تدمر زراعات الموز فى منطقة ما فى فترة قصيرة.

ومما يصعب عملية المكافحة لهذه النيماتودا الأسباب التالية:

1. لا توجد مساحات زراعية كافية لأحداث دوره زراعية بها.
2. عدم وجود الفنيين اللازمين لتطبيقات المبيدات فى الأراضى الزراعية.
3. المبيدات المستخدمة عالية التكلفة.
4. الوقود المستخدم فى عمليات المكافحة باستخدام الماء الساخن للأجزاء النباتية غير متوفر.

ولبيان تقدير وتقويم أهمية الأمراض النيماتودية للزراعة العالمية يجب أن تقارن بالتلف الحادث للمحاصيل بمسببات الأمراض الأخرى.

وتعتبر نيماتودا التعقد الجذرى من أخطر الأجناس التى تسبب تلفا للإنتاج الزراعى العالمى وتعتبر فى مرتبة عالية جداً بالنسبة للتلف الحادث بسببها **ويرجع ذلك إلى عدة أسباب:**

1- الانتشار الواسع والسريع لهذه النيماتودا فى أغلب بلدان العالم.

2- المدى العائلى الواسع لها Host-Range.

3- الطبيعة التدميرية لهذه النيماتودا.

4- وجودها مع كثير من مسببات الأمراض الأخرى والتى تسبب أمراضا مركبة Disease complexes.

- الخضروات فى المناطق الاستوائية والنصف استوائية :

تصاب بشدة بنيماتودا التعقد الجذرى وعندما تكون الإصابة شديدة يمكن أن تؤدى إلى عدم إمكانية زراعة الخضروات مثل زراعات الطماطم. وتلعب نيماتودا التعقد دوراً هاماً وخطيرا مع مسببات الأمراض الأخرى مثل بكتيريا الذبول Bacterial Wilt.

- الخسائر المتسببة عن النيماتودا:

تعتبر الخسائر الناتجة عن النيماتودا ذات أهمية شديدة خصوصاً فى المناطق التى يكون الطعام فيها نادراً وقليلاً. ويظهر ذلك التأثير الشديد فى حالة الأراضى التى تزرع لمدة طويلة وبدون تطبيق الدورة الزراعية فيها وخصوصاً فى حالة قلة الأراضى الصالحة للزراعة. ومما يؤدى إلى زيادة الخسائر هو صعوبة وجود أعراض ظاهرية علوية على النباتات وذلك فى حالة الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى. وكذلك تزداد الخسائر بانتشار هذه النيماتودا (نيماتودا التعقد الجذرى) عن طريق طرق ووسائل مختلفة وبسيطة ومتكررة وكذلك الزراعة الكثيفة لمقابلة الاعداد المتزايدة من البشر.

ومما يؤدى إلى صعوبة المكافحة وزيادة الخسائر المتسببة عن النيماتودا هو تداخلها مع كثير من مسببات الأمراض الأخرى وتكوين ما يسمى بالأمراض المركبة كذلك صعوبة التشخيص لمسئولى المزارع واحتياج ذلك إلى مختصين على درجة عالية من التدريب كذلك صعوبة وجود نظام حاسبات متقدم تخزن فيه المعلومات الأساسية والضرورية عن الآفات النيماتودية وتوزيعها وطرق المكافحة المختلفة ومناسبة ذلك لكل منطقة من المناطق الزراعية وكذلك المدى العائلى- تأثير العوامل من حرارة وغيرها - نوع التربة - تقلبات أعداد النيماتودا Population dynamics على مدار العام.

- تأثيرالتطفل النيماتودى على علاقة النبات بالماء :

Effect of Nematode Parasitism on plant-water relations :

تؤدى الإصابة بالأمراض النيماتودية إلى حدوث تغييرات داخلية وخارجية فى النبات. هذه التغيرات قد تكون بسيطة وقد تكون شديدة ويكون من نتائجها تمزق الأنسجة الداخلية وحدوث تلف ميكانيكى فى طبقات خلايا الجذور مما ينعكس على نمو هذه الجذور مورفولوجيا وتشريحيا وفسيولوجيا وهو الأخطر حيث تظهر على النبات نتيجة الإصابة أعراض الذبول Wilting ونقص العناصر مع تواجدها فى التربة وانخفاض النمو وعدم قدرة النبات على الاحتفاظ بنسبة مائية مناسبة لعمليات النمو والأنشطة الحيوية الداخلية.

- العلاقة بين النبات والماء Plant- water Relations:

العلاقة بين النبات والماء علاقة حيوية Vital حيث يعتبر الماء هو الوسط الوحيد ومسرح العمليات لجميع الأنشطة الحيوية داخل النبات. وتعتبر عملية إمداد أوراق النبات بالماء عملية وظيفية تتضمن عدة عمليات متداخلة تتضمن النبات والبيئة. وحركة الماء من التربة إلى جذور النبات ثم الأوراق ثم الجو الخارجى عملية متصلة Soil-plant- air continuum (SPAC).

وهناك قوى مختلفة تؤثر على انتقال الماء من التربة إلى النبات وتوصيله إلى جميع الأجزاء وهذه القوى الدافعة لحركة الماء خلال النبات عبارة عن الفرق فى جهد الماء من التربة إلى الجو الخارجى. أما التوصيل Conductances فهو مجموع كل قوى التوصيل للمياه من الجذور إلى الطبقات الخارجية للأوراق أما عملية تدفق الماء من الأوراق فتحكمه تركيبات الثغور والتى يتوقف غلقها وفتحها على حركة المياه فى الجذور والضغط فى الأوراق وعلى عملية النتح ذاتها، ولقد وجد أن قلة امتصاص المياه من الجذور نتيجة الإصابة بالنيماتودا المتطفلة يسبب قلة الضغط الداخلى للنبات Plant turger.

- تأثير التطفل النيماتودى على مستوى الماء فى النبات Nematode parasitism Effect

تؤدى الإصابة بالنيماتودا المتطفلة إلى حدوث إجهاد مائى شديد Water stress على النباتات المصابة وتظهر أعراض هذا الإجهاد على صورة ذبول الأوراق وخصوصاً الأوراق العريضة. كما أن نقص المياه داخل النبات يحجم نمو الجذور والتى تتسبب بصورة غير مباشرة فى إحداث إجهاد مائى. ولقد ثبت علمياً حدوث تغييرات شديدة فى كل علاقات الماء بالنبات كلية نتيجة حدوث الإصابة النيماتودية للجذور التى كثيرا ما يتغير تركيبها التشريحى والمورفولوجى والمتضمن تكسير الأسطوانة الوعائية (خشب- لحاء) وتقصف الجذور وتثبيط نمو الجذور الجانبية والذى بالتالى يؤثر على المقدرة العامة لامتصاص النبات من التربة وحدوث عوارض الذبول Wilting.

كما أن حركة النيماتودا الداخلية التطفل المهاجرة مثل نيماتودا التقرح *Pratylenchus spp.* تسبب تلف طبقات الأبيدرمس، القشرة، الأسطوانة الوعائية وحدوث أنفاق عديدة وتلف ميكانيكى داخل النبات تشكل عائق طبيعى وميكانيكى ضد عملية انتقال المياه من التربة إلى أعلى وبالتالى حدوث ما يسمى بالـ Embolism (أى انسداد الأوعية).

كما أن حدوث وتكون تراكيب خلوية جديدة مثل الخلايا العملاقة Giant cells والمتكونة نتيجة تغذية نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne spp.* يؤدى بالتالى إلى تلف وإعاقة سريان المياه وعدم قيام الجذر لوظائفه الامتصاصية وظهور أعراض الذبول حتى فى حالة توفر المياه فى الوسط الجذرى بكثرة.

كما بينت وأثبتت الأبحاث أن استجابة النبات للتطفل النيماتودى يقلل من نفاذية الجذور للماء ولقد وجد أن إصابة جذور نباتات الكرنب بالنيماتودا *Pratylenchus penetrans* تسبب زيادة سمك جدر خلايا القشرة وزيادة اللجنين فى الخشب بعد إصابة خلايا القشرة.

ومن العمليات الحيوية التى يمكن أن تتأثر بالتطفل النيماتودى النتح. وتختلف النباتات فى تأثرها بالتطفل النيماتودى من حيث تأثير ذلك على عملية النتح سواء بالزيادة أو النقصان وفى كثير من الحالات أظهرت النتائج أن النتح لم يقل عن المعدل فى النباتات المصابة بالنيماتودا. بينما فى نتائج أخرى ثبت أنه بعد إصابة نباتات الدخان بنيماتودا التعقد *M.incognita* ونيماتودا التقرح *P.brachyurus* وانقضاء 8 أسبوع زاد النتح لفترة شهرين ثم قل بعد ذلك. وهناك عوامل تؤثر على زيادة أو قلة عملية النتح مثل العوامل البيئية والنوع النيماتودى والكثافة العددية للنيماتودا. ولقد وجد أن المجموع الخضرى للنبات يتأثر بشدة عن المجموع الجذرى ويؤدى الإجهاد المائى إلى تثبيط نمو وامتداد الأوراق واتساعها Leaf expansion.

- تأثير التطفل النيماتودى على عملية التمثيل الضوئى :

Effect of nematode parasitism on photosynthesis:

- الإصابة والتمثيل الضوئى Infection and photosynthesis:

تسبب الإصابة بالأمراض النيماتودية عدة تغيرات هامة فى النبات. هذه التغيرات أما تشريحية أو فسيولوجية أو كيميائية حيوية وتختلف هذه التغيرات باختلاف النوع النيماتودى والعائل والعمر والظروف البيئية وكثافة الطفيل والحالة العامة للعائل. ومن

أهم التغيرات الحيوية التى تحدث فى النبات تلك التغييرات التى تحدث فى عملية التمثيل الضوئى (الكلوروفيلى).

ومن المعروف أن فى التمثيل الضوئى تمسك طاقة الضوء بواسطة الكلوروبلاست (البلاستيدات الخضراء) ويترتب على ذلك توليد NAD pH.H ATP الذى يؤدى إلى تخليق الكربوهيدرات (الامداد بالطاقة)، وتكون بعض المركبات العضوية كما هو معروف.

وينقسم التمثيل الضوئى إلى مرحلتين:

1- **مرحلة الضوء:** حيث تتحول طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية.

2- **مرحلة التخليق:** حيث تتكون الكربوهيدرات والمركبات الأخرى خلال مراحل متعددة وتفاعلات أنزيمية متسرعة بواسطة الضوء. وتحول طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية تتضمن تفاعلين: Cyclic, non-cyclic.

وأثناء النهار تتخلق مركبات غنية بالطاقة نتيجة عملية التمثيل الضوئى. هذه المركبات تستخدم فى الفترة الليلية وهذه المركبات عبارة عن كربوهيدرات غنية بالطاقة تستخدم فى إنتاج البروتين والدهون وأثناء عملية التنفس.

ولقد سجـل تأثــر النــبات وخصــوصا عمــليات التمثيل الضوئى والنتح بالإصابة الميكروبية كما فى حالة إصابة نباتات الطماطم (الأوراق) بالفطر *Fusarium oxysporum* حيث انخفض مستوى النتح والتمثيل الكلوروفيلى بعد 15 يوم من الإصابة ويرجع ذلك إلى زيادة مقاومة الثغور التنفسية لعملية انتشار وتبادل ثانى أكسيد الكربون فى الأوراق والميزوفيل Mesophyll.

كما وجد أن نباتات الطماطم المصابة بالنيماتودا *M. javanica* انخفض فيها عملية التمثيل الضوئى نتيجة تثبيط إنتاج الهرمونات مثل cytokinins Gibberellins, التى تنتج فى الجذور وتنتقل إلى الأجزاء العليا. كما يعلل الانخفاض فى التمثيل الضوئى نتيجة الإصابة بنيماتودا *Globodera rostochiensis* بقفل الثغور التنفسية المتسبب عن الـــ water stress.

كما يعلل أيضاً النقص فى عملية التمثيل الضوئى بسبب تداخل شبكات عمليات كيميائية حيوية داخل النبات بحيث تؤثر على التنفس والأنشطة الفسيولوجية وانتقال العناصر داخل النباتات والتداخل فى هذه المسارات والشبكات الحيوية يبدأ فى التأثير المفرد فى منطقة ما من الشبكة الحيوية بحيث يؤدى إلى سلسلة من الأحداث والأنشطة الحيوية تؤثر فى بقية الأنشطة والأماكن ويسمى ذلك التأثير Cascade effect.

-الخلل فى العمليات التنظيمية داخل النبات Disturbance of Regulatory process

يرجع الخلل الفسيولوجى فى النبات نتيجة الإصابة بالنيماتودا إلى الخلل الحادث فى العمليات التنظيمية داخل النبات. وفى النباتات السليمة توجد حالة من التكامل والتناسق التام بين العمليات الحيوية المختلفة التى تحدث فى جميع أجزاء النبات يكون من نتيجتها وجود حالة ثبات واتزان داخلى فسيولوجى تكون مميزة للنباتات السليمة بحيث ينعكس ذلك على جميع الأنشطة الحيوية وعمليات التمثيل البنائى والنظام الدفاعى ضد الكائنات الدقيقة فى التربة. وعند حدوث أى خلل فى أحد عناصر الشبكة المنظمة للعمليات الحيوية المختلفة يؤدى بالتالى إلى إصابة المنظومة بالخلل ويسمى ذلك closed loop وهذا يعكس النظام المسمى open-loop الذى إذا تأثر فيه عامل لا يؤدى بالضرورة إلى التأثير على عوامل أخرى. وتسمى المنظومة المنظمة للعمليات الحيوية داخل النبات بـــ Mosaic of feed back control loops والتى تتأثر بشدة بالإصابة بالإمراض النيماتودية.

ومن أهم المركبات الحيوية التى تتأثر داخل النبات بالإصابة النيماتودية هى الهرمونات النباتية والتى تؤثر على الحركة وانتقال المواد والعناصر الغذائية داخل النبات Cytokinins & auxins وبالتالى تتأثر عملية التمثيل الكلوروفيلى إلى حد كبير. كما وجد أن الإصابة بالأمراض النيماتودية تحدث ضغوط stresses شديدة على العمليات الحيوية الداخلية فى النبات يمكن أن يغير إنتاج أحد أو كل منظمات النمو Growth regulators ويؤدى إلى ما يسمى بالخلل الوظيفى Malfunction للنبات (حالة عدم اتزان).

– استجابة ورد الفعل النباتي للإصابة بالنيماتودا Response to infection:

من المعروف أن الإصابة بالكائنات الدقيقة ومنها النيماتودا تؤدي إلى ردود أفعال نباتية تجاه العدوى والإصابة وقد تكون هذه الردود والاستجابات عبارة عن عملية أقلمة Adaptation للنبات ضد الغزو النيماتودى للحفاظ على صحة النبات plant health.

ومن المعروف أن للنباتات المختلفة أنظمة وميكانزيمات دفاعية (آليات) Plant defense systems تجاه الضغوط الحادثة فى البيئة مثل الحرارة والرطوبة وقلة العناصر الغذائية والإصابات الميكروبية المختلفة وهذه الأنظمة الدفاعية تختلف باختلاف عوامل عديدة يكون من نتيجتها تقسيم وتصنيف هذه النباتات إلى نباتات حساسة وقابلة للإصابة وأخري مقاومة للإصابة وثالثة متحملة للإصابة ورابعة منيعة ضد الإصابة – ويحكم مثل هذه الأنظمة الطاقم الجيني فى كل نبات أو ما تسمي بالبطارية الجينية والتى تستخدم في عمليات التربية للمقاومةBreeding for Resistance.

-أعراض الإصابة بالأمراض النيماتوديةSymptoms of Nematode diseases:

يمكن تقسيم أعراض الإصابة بعدة طرق ولكن. يمكن تلخيصها من الناحية الأساسية العلمية إلى مجموعتان كبيرتان.

1- مجموعة الأعراض الأولية Primary symptoms.

2- مجموعة الأعراض الثانوية Secondary symptoms.

أولاً: الأعراض الأولية Primary symptoms:

وهى ترتبط وتنتمى إلى التغيرات الخلوية والتى يعبر عنها بتعبيرات مورفولوجية خاصة فى الخلايا وهى تتضمن:

- كبر حجم الخلايا Hypertrophy – زيادة انقسام الخلايا Hyperplasia – زيادة فى عضيات الخلية – تحلل جدر الخلايا- تكون خلايا مغذية خاصة – تكون عقد وأورام – تكوين قروح Lesions نتيجة إفراز مركبات فينوليه.

ثانياً: الأعراض الثانوية Secondary symptoms:

وهى تعبير للحالة الفسيولوجية الخطيرة بصورة خارجية ويعبر عنها بالصفات المورفولوجية الخارجية **وتتضمن:**

- **تقرحات Necrosis** : (نتيجة تلف مكيانيكى واستجابة بيوكيميائية).
- اصفرار **Yellowing or chlorosis:** نتيجة نقص فى المحتوى الكلوروفيلى ثم تدهور عملية التمثيل الضوئى.
- الذبول **Wilting:** نتيجة زيادة النتح.
- التقزم **Stunting:** نتيجة التأثير المثبط للإنتاج المتزايد من الهرمونات وعدم قيام الجذور المصابة التالفة بدورها الوظيفى فى امتصاص العناصر والماء اللازمين لنمو النبات.
- تلف القمة النامية فى الجذور.
- تفرغ زائد للجذور لعدم التوازن الهرمونى.
- نقص المحصول النهائى.
- تشوه المحصول مثل تواجد الأورام على الدرنات.

الأعراض السابقة تشابه إلى حد كبير أعراض نقص العناصر وكذلك أعراض أمراض وآفات أخرى. ولذا يجب الاهتمام بعملية التشخيص وتحديد المسبب المسئول وهذا يحتاج إلى ضرورة التأكد من علامات المرض مثل وجود الحويصلات على الجذور وأكياس البيض والأطوار المتغذية على الجذور والأطور اليرقية والساكنة فى التربة المحيطة بالجذور مما يؤدى إلى سلامة التشخيص والعلاج.

- أعراض الإصابة نتيجة تغذية النيماتودا على النبات :

Symptoms of nematode feeding injury to plants:

تسبب النيماتودا المتطفلة على النبات تهديداً شديدا للمحاصيل الزراعية لأنها تسبب تلفا وإصابات للنباتات نتيجة عادات وطبيعة التغذية لها. ويسبب دخول واختراق النيماتودا للجذور تلفا ميكانيكيا وكذلك بسبب حركتها بين الخلايا والأنسجة.

وتختلف أماكن تغذية النيماتودا باختلاف الأجناس النيماتودية فمثلاً تتغذى النيماتودا *Aphelenchoides fragariae* على براعم الشليك (الفراولة) بينما تتغذى نيماتودا السوق والإبصال *Ditylenchus dipsaci* وتفضل أنسجة الساق للنبات والإبصال.

كما تختلف الأنواع فى التغذية ففى النوع المتطفل *Aphelenchoides ritzemabosi* على نباتات الكريزانثيموم *chrysanthemum* نجد أن التغذية على أنسجة الأوراق.

ونجد أن الغالبية العظمى من النيماتودا لا تتغذى على البراعم أو السوق أو الأوراق ولكنها تتغذى على أو فى أنسجة الجذور. ومن متغذيات الجذور نجد أن بعض الأنواع داخلية التطفل Endoparasites بينما المتغذيات خارج الجذور تصبح خارجية التطفل Ectoparasites وتلعب النيماتودا دوراً أساسياً فى الأمراض المركبة مع الفطريات الممرضة، البكتريا والفيرس والنيماتودا تسبب كسر صفة المقاومة للنباتات وتسبب خسائر جسيمة نتيجة الإصابة المركبة Disease complex عن الإصابات الفردية.

وأكثر أنواع الجروح injury حدوثا خلال التغذية هى ما ينشأ من اختراق الرمح للأنسجة النباتية. وهذه الجروح wounds هى المدخل المباشر لبقية الكائنات الدقيقة التى لا تستطيع الدخول بقواها الذاتية. وتجذب الأنسجة الميتة والمتحللة النيماتودا الغير متطفلة لتتغذى على هذه الأنسجة وتتطفل أيضاً على النباتات الضعيفة.

ونتيجة الإصابات النيماتودية المختلفة على الأجزاء النباتية المختلفة تختلف الأعراض العامة للإصابة نتيجة ذلك.

وتتميز العدوى والإصابة فى الحقول بأنها تبدأ دائرية ونتيجة استخدام الميكنة الزراعية التى تحمل النيماتودا سهوا وبإهمال كلما استخدمت فى الزراعة (شرائط طولية فى اتجاه الزراعة) تزداد مناطق الإصابة وعلى ذلك **يمكن تقسيم أعراض الإصابة فى الحقول إلى التالى:**

1- أعراض فوق سطح التربة Above ground symptoms :

وهى الأعراض التى تظهر فوق سطح التربة وفيه تتداخل الإصابات مع بعض العوامل مثل امتصاص المياه والعناصر الغذائية من التربة ومن أهم هذه الأعراض.

A- تقزم النبات وضعف النمو وقلة الإنتاجية:

Stunting, poor plant growth and production:

أحياناً النباتات التى تصاب بالنيماتودا المتطفلة تكون ضعيفة وغير قوية، حيث تفتقر إلى الحيوية وتفشل فى تحمل البرد والجفاف فى البيئة.

وغالباً ما تظهر أعراض الذبول خلال الوقت الحار من اليوم وتمثل فترة المساء والليل فترة انخفاض حرارة تسبب انتعاش جزئى للنبات. وهذا يبين أن النبات لا يستطيع امتصاص الرطوبة الكافية لمقابلة الاحتياجات الإضافية للظروف الصعبة التى يمر بها. وتظهر النباتات المسمدة بالعناصر الغذائية وكأنها تعانى من نقص هذه العناصر. وهناك دلائل وإشارات على النبات يمكن رؤيتها توضح وتشير إلى أن النبات مصاب بالأمراض النيماتودية حيث يصبح المجموع الخضرى لبعض الأشجار صغير وذو ألوان غير طبيعية مع تساقط أوراق فى غير أوقاتها المعتادة مع جفاف الأفرع Twig dieback.

B- التقرحات، اختفاء الألوان الطبيعية (شحوب الألوان) والالتواء :

Necrosis, Discoloration and twisting:

النيماتودا التى تعيش وتتغذى على أنسجة الساق والأوراق تسبب بعض الإصابات الشديدة للنبات وأحد هذه الأعراض الشديدة للإصابة هى التقرحات وتمثل وموت أنسجة النبات، شحوب النبات، التوائه وتشوهه واضمحلاله ترتبط مع وجود التقرحات.

وتسبب نيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus dipsaci* إصابات للنباتات مثل السابق شرحها على الساق والمجموع الخضرى لأنواع عديدة من النباتات. وتظهر بقع صغيرة مرتفعة قليلاً عن السطح وصفراء اللون تمثل بثرات ذات شكل معيب على أوراق النرجس.

C- بقع الأوراق **Leaf spots:**

تسمى خلايا الأنسجة الطرية فى النبات بالبارانكيما Paranchyma والتى تصبح المكان المثالى للتلف الناشئ عن تغذية النيماتودا. والإصابات فى الأوراق تسبب بقع عليها ذات شكل غير جذاب على نباتات معينة الغرض منها وإنتاجها هو التمتع بمنظرها مثل إصابة الكريزانثيموم Chrysanthemum بالنيماتودا الورقية Foliar nematode, *Aphelenchoides rizemabosi*.

وتظهر الإصابة بالنيماتودا فى الأوراق كمناطق أو بقع خضراء غامقة أو داكنة إلى بقع سوداء داكنة وهذه البقع تكون زاوية أو على شكل وتدى وذلك بسبب أن العروق فى الأوراق تحدد انتشار النيماتودا فى أماكن محددة.

وتظهر الإصابة الورقية على الأوراق السفلية وتتقدم علويا إلى الأوراق العلوية وتصبح الأوراق فى النهاية صفراء ولا تلبث أن تموت.

D- موت البراعم **Dead or devitalized Buds:**

فى بعض الأحيان تغذية النيماتودا تقتل البراعم الطرفية للنبات ويصبح النبات فى هذه الحالة blind أعمى وقد تصاب شتلات الفراولة بالنيماتودا عند خروج الشتلات

من التربة وتكون النتيجة هو نبات أعمى. وقد تصاب البراعم الزهرية بالنيماتودا التى تخترقها وتسبب سقوطها.

E- تجعد وتشوه المجموع الخضرى والسوق والتوائه:

Crinkled and distorted foliage and stems:

عند الإصابة الغير شديدة بالأمراض النيماتودية يستمر النبات فى النمو والقيام بوظائفه دون موته. وعند نمو أجزاء نباتية مثل الساق، الفروع من مناطق مصابة تكون متجعدة وملتوية ومشوهه مثل ما ينتج عن إصابة النباتات بنيماتودا السوق والابصال ونيماتودا الأوراق *Ditylenchus dipsaci, Aphelenchoides spp.*

F- عقد البذور وعقد الأوراق أو أورام البذور والأوراق Seed or leaf Galls:

عند دخول اليرقات القريبة من البلوغ للنيماتودا *Anguina spp.* إلى الأزهار (Flower premordia) فى فترة تكوين رؤوس الأزهار تتحرك بسرعة وتبلغ وتتكاثر. وعند تطور ونمو البذرة كبذرة طبيعية تتحول نتيجة الإصابة الزهرة إلى ورم أو عقده Gall تعيش بداخلها آلاف اليرقات فى حالة سكون وجفاف لفترة طويلة تبلغ 12-15عام.

2- أعراض إصابة تحت سطح التربة Below ground symptoms:

نتيجة الإصابة بالنيماتودا للمجموع الجذرى واتلافه للخلايا وأنسجة الجذور وبدء التغذية النيماتودية يختل الامتصاص ونقل المياه والعناصر الغذائية. وتتأثر أنسجة العائل نتيجة افرازات النيماتودا وتفاعل الأنسجة معها. وتسبب الإصابة النيماتودية أيضاً تلفاً ميكانيكياً نتيجة اختراق النيماتودا الحركة بين خلايا الأنسجة وخصوصاً فى الأنواع الداخلية التطفل الساكنة والمتحركة. **وتنقسم هذه الأعراض إلى:**

A- زيادة تفريع الجذور Excessive root branching:

نتيجة تغذية النيماتودا من أنواع معينة على الجذور الصغيرة فإن ذلك يشجع نمو جذيرات جديدة Root lets فوق منطقة الإصابة مباشرة ومثال ذلك تأثير

النيماتودا *Meloidogyne hapla* على العائل المصاب. وكذلك نيماتودا التقرح *Pratylenchus spp.*، ونيماتودا التعقد الكاذب *Nacobbus spp.*.

B- انخفاض ومنع نمو الجذور (تثبيط نمو الجذور):

Suppression of root growth:

بعض النيماتودا تتغذى خارجياً على قمم الجذور وإطرافها وتسبب تثبيط نموها. ويظهر ذلك فى نيماتودا التقصف *Paratrichodorus spp.* والتى تثبط وتقلل انقسام الخلايا فى قمم الجذور وبالتالى تسبب تقليل حجم المجموع الجذرى ويتأثر النمو العام للنبات وحتى وأن توفرت المادة الغذائية بالقرب من الجذور، بالإضافة إلى ما سبق تصبح الجذيرات الرفيعة قصيرة نسبياً.

وقد يتوقف نمو الجذور الجانبية وتتكسر من خلال طبقة القشرة وتصبح قصيرة جداً. وباختلاف نمو الجذور الجانبية وتوقفها عن النمو يصبح الشكل العام مجموع جذرى متقصف الجذور والتفرع ويكون ذو شكل متجمع Clustered ومتكتل.

C- تقرح الجذور Root lesions:

تظهر هذه القرح على الجذر فى مناطق محددة صغيرة إلى متوسطة الحجم وتظهر القرحة وتتبع داخلياً. وتتسبب عن أنواع *Pratylenchus* والنيماتودا الناخرة *Radopholus spp.* وهذه النيماتودا تخترق الجذور وتتحرك خلال طبقة القشرة للعائل وتضع البيض فى مجموعات أو فردى ونتيجة ذلك تموت كثير من الخلايا فى منطقة القشرة وتصبح Lesions. ونتيجة زيادة القرح على الجذور الصغيرة نجد أنها تحاط بالقرح ونتيجة لذلك تسب ما يشبه التقليم للجذور ثم موت الأجزاء العليا من النبات وتنشأ أيضاً هذه القرح بالإضافة لما سبق نتيجة لإفراز إنزيمات معينة تتفاعل مع الأنسجة وهو تفاعل بيوكيميائى خاص بين عائل وطفيل معين ومثال ذلك النيماتودا *Pratylenchus penetrans* التى تسبب قرحا فى الخوخ ولايسبب النوع *P. neglectus* أى قرح عليه. وقد تقتل النيماتودا الخلايا السطحية فى الجذر (epidermal) الابيدرمس وتسبب تغيرا فى لون أنسجة الجذور مشابه للقروح.

وقد تسبب بعض الأنواع النيماتودية الأخرى والتى لا تكون نيماتودا تقرح قرحا مشابهة مثل *Criconemoides* Spp.

D- تعفن الجذور اللحمية Rotting of fleshy Roots:

تسبب النيماتودا المتغذية على جذور لحمية تلفا بسبب إصابة واضحة للأنسجة الجذرية ويسمى ذلك تعفنا وذلك نتيجة دخول الكائنات الدقيقة الأخرى التى تسبب التعفن والتحلل.

E- تكوين العقد والأورام Root-knot & Galls:

تسبب نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne* Spp. عقدا نيماتودية على جذور العائل نتيجة التغذية والإفرازات البيوكيميائية وحدوث تحورات فى أنسجة الجذور من ازدياد أعداد الخلايا وإزدياد أحجامها وتكوين ما يسمى بالخلايا العملاقة Giant cells وذلك بالقرب من الطرف الأمامى لليرقات المتغذية Hyperplassia, hypertrophy.

ويختلف شكل وحجم العقد النيماتوديه باختلاف النوع والعائل. وقد تظهر العقد النيماتودية بالإضافة للجذور على الدرنات المصابة (البطاطس).

F- وجود حويصلات صغيرة جداً على الجذور:

Presence of tiny cyst on Roots:

وتظهر هذه الحويصلات على المجموع الجذرى نتيجة الإصابة بنيماتودا الحويصلات *Globodera spp., Heterodera* Spp. والتى تصيب مدى عائلى واسع. وهى من النيماتودا المتخصصة وشديدة العلاقة بين النوع والعائل. وهى لا تسبب وجود قرح. ووجود الحويصلات يسبب تفرعات للجذور وتكون جذور جانبية.

- طرق انتشار النيماتودا (طرق التلوث بالنيماتودا):

Means of nematode dissemination (contamination) :

النيماتودا الحرة فى التربة والمتواجدة فى الأجزاء النباتية ميكروسكوبية الحجم **ميكروتية القياسات تتحرك بقواها الذاتية لمسافات قصيرة وتعتمد فى انتشارها لمساحات بعيدة على عدة طرق كثيرة سوف نناقشها تفصيليا.**

ويمكن تقسيم حركة النيماتودا أو هجرتها إلى حركتان:

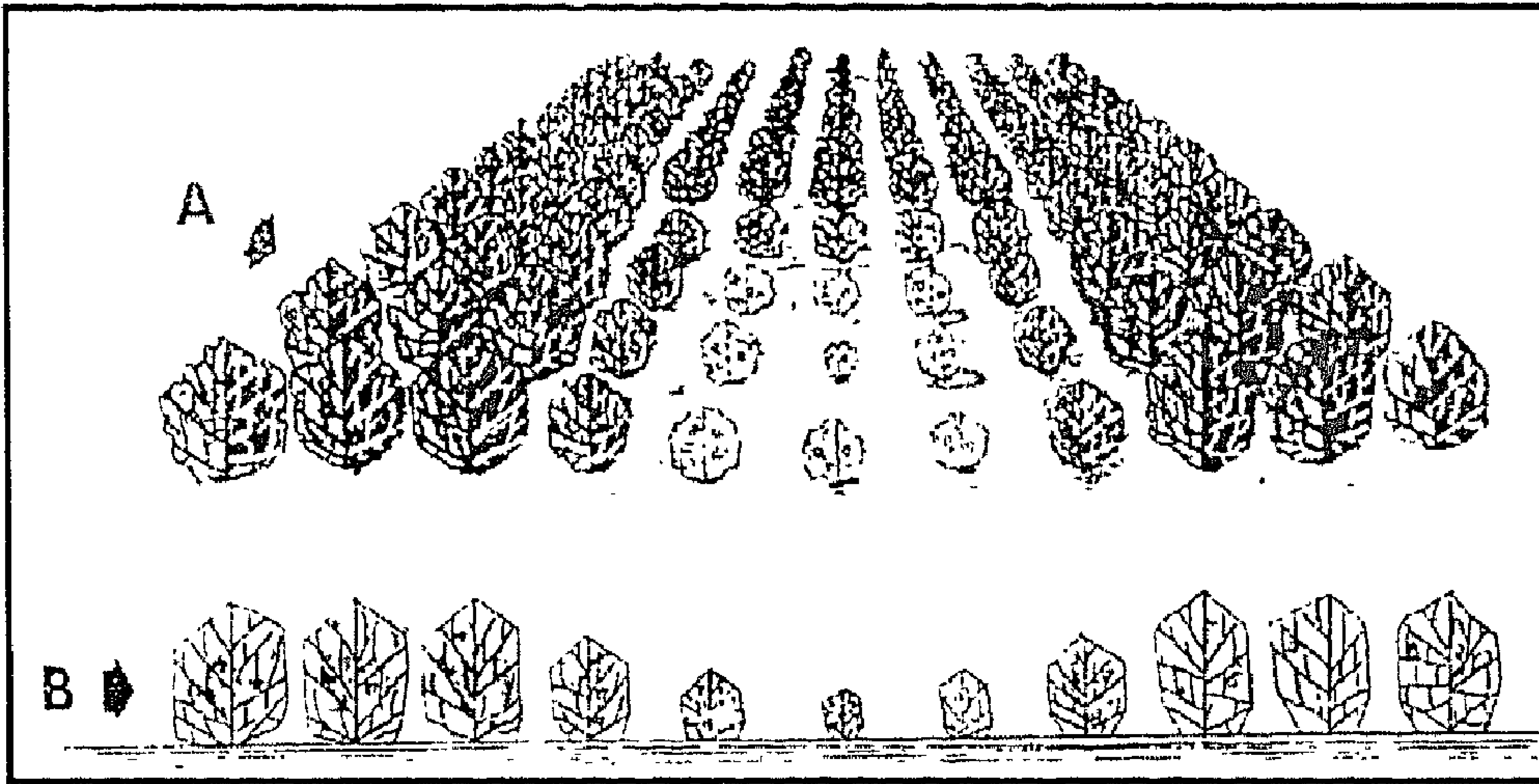
حركة موجبة وحركة سالبة Active and passive nematode movement تؤثر على انتشارها محليا أو لمسافات بعيدة والحركة النشطة Active migration للنيماتودا هى حركتها الذاتية الخاصة بها وتبدو هذه الحركة فى منطقة الجذور Rhizosphere وبين جذور النباتات المتجاورة وتبلغ عدة أمتار سنوياً وتتوقف هذه الحركة فى التربة على عوامل التربة ذاتها بالإضافة إلى حركة النيماتودا الذاتية سواء كانت إيجابية أو سلبية وكذلك على معدل انتشار المجموع الجذرى أفقياً ورأسياً وعوامل التربة مثل قوام التربة وبناء التربة ومسامية التربة والرطوبة الأرضية والماء الأرضى ودرجة الحرارة. (شكل 6).

- الانتشار الرأسى للنيماتودا Vertical Distribution:

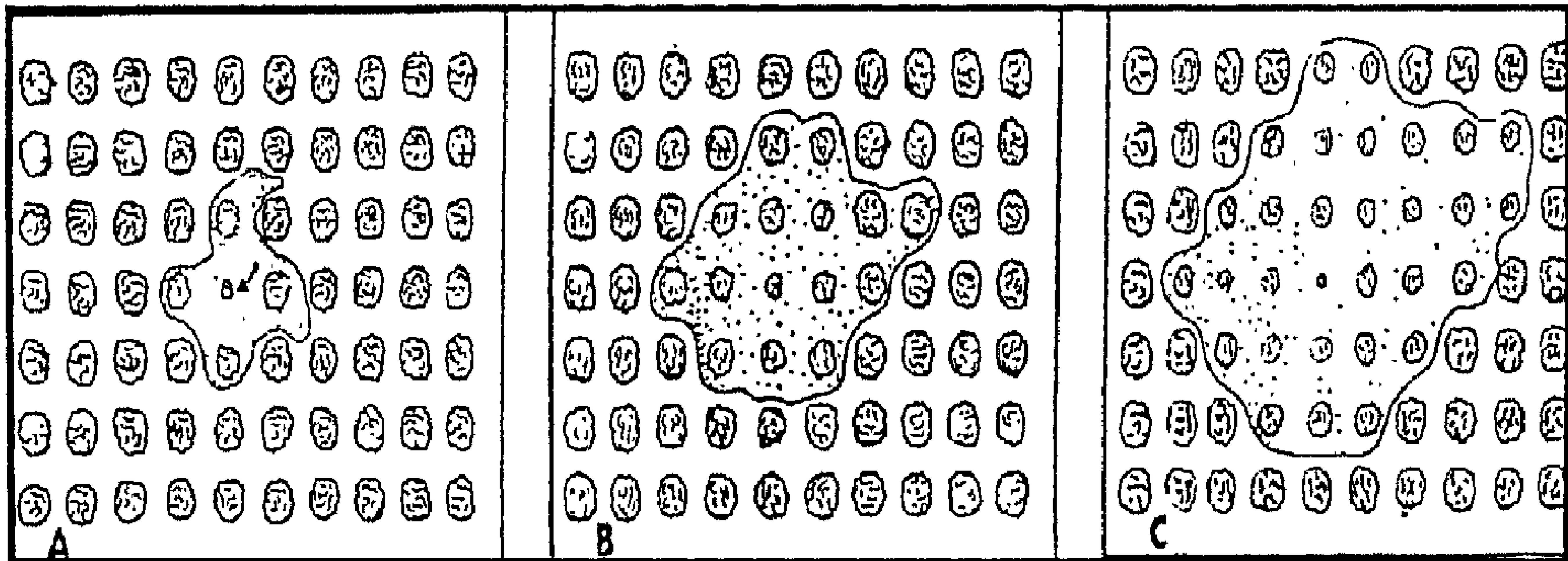
تتواجد النيماتودا فى الطبقة السطحية للتربة من 15-20-30سم من التربة الزراعية بصفة عامة في حقول الخضر والمحاصيل الحقلية ويؤثر قوام التربة وبنائها على مدى انتشار النيماتودا رأسيا فيصل إلى 60سم. ولقد وجدت أنواع كثيرة من *Xiphinema americanum, Longidorus* فى الطبقة السطحية صفر-30سم وتقل الاعداد بزيادة العمق وتوجد أنواع نيماتودية كثيرة من جنس *Trichodorus* على أعماق كبيرة من التربة عنه فى الأعماق القليلة.

وعموماً فإنه كلما وجد المجموع الجذرى ناميا كلما كانت هناك أعداد من النيماتودا المصاحبة.

وكذلك وجد أن أعداد *Radopholus similes* تزداد بازدياد العمق في بساتين الموالح.



صورة توضح النمو المتدهور لأشجار مصابة بالنيماتودا (وتبدو كمنطقة منخفضة النمو)



مراحل تدهور وانتشار النيماتودا الناخرة فى بستان موالح

A– أربعة أشجار مصابة.

B– 15 شجرة مصابة بعد مضى سنة واحدة.

C– من 30-40 شجرة مصابة بعد مضى سنتان.

وإذا لم تؤخذ المشكلة بجدية واتخاذ حلول عملية سوف تنتشر النيماتودا فى البستان كله.

شــكل (6)

وعموماً فإن الهجرة الرأسية ليس لها نظم ثابتة ومحددة وتختلف باختلاف المواسم المناخية والزراعية وكذلك توفر مياه الأمطار من عدمه ولقد سجل للجنس *Trichodorus* تواجده لعمق 200سم فى خلال 100 يوم وتلعب درجة الحرارة دوراً فى الهجرة الرأسية للنيماتودا وتهرب النيماتودا فى الأجواء الباردة إلى أعماق كبيرة للهروب من انخفاض الحرارة. كما تلائم الطبقات الرطبة العميقة أجناس معينة مثل *Trichodorus* كما توجد حركة رأسية حقيقية لبعض الأجناس مثل *Helicotylenchus* **وتنقسم طرق انتشار النيماتودا إلى:**

1- الانتشار عن طريق التربة المنقولة والأجزاء النباتية المصابة:

Soil and Plant Tissues :

تقوم التربة والأجزاء النباتية المحتوية على أطوار نيماتوديه بحماية النيماتودا بداخلها وحملها إلى مناطق جديدة غير ملوثة وذلك لمسافات قصيرة وطويلة ويعتبر النقل عن طريق التربة من أخطر الطرق وأكثرها شيوعاً حيث أن معظم الأنواع المتطفلة يتواجد طور أو أكثر من أطوار حياتها داخل التربة علاوة على وجود الأطوار النيماتودية الساكنة وأكياس البيض التى تعتبر المصدر الخطير لهذه الآفات وكأمثلة على ذلك فى نيماتودا بنجر السكر Sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* تتواجد على السطح الخارجى للبذور أما فى حالة Seed gall nematode, *Anguina tritici* فتوجد داخل حبوب القمح (الثآليل) وهى مصدر للعدوى المتجددة كما تحتوى التربة على حويصلات كثيرة من الأمراض النيماتودية مثل حويصلات نيماتودا القمح Wheat cyst nematode, *Heterodera avenae* وخلافه.

والبعض الآخر من النيماتودا يصيب أجزاء خضرية من النبات والتى تستخدم فى التكاثر مثل الشتلات Transplants مثل شتلات الطماطم المصابة بنيماتودا التعقد الجذرى .*Meloidogyne* Spp ونيماتودا التدهور البطنى من الموالح Slow decline nematode, *Tylenchulus semipenetrans* كما تصاب الأبصال **بنيماتودا الأبصال** *Ditylenchus dipsaci* مثل أبصال الزينة (جلاديولس) وتصاب

الكورمات بالنيماتودا الناخرة Burrowing nematode, *Radophollus similes* (كما فى الموز).

وعند زراعة هذه الأجزاء الخضرية فى التربة تتكاثر سريعاً وعند زراعة نفس العائل لفترات متعاقبة فى نفس المكان يؤدى ذلك إلى تواجد شديد للأفة فى مناطق الزراعة. ومما يؤدى إلى زيادة خطورة مشكلة الأمراض النيماتودية هو إصابة المشاتل Nurseries and seed beds التى تؤدى إلى إنتاج شتلات مصابة تؤدى إلى انتشار سريع للنيماتودا وخصوصاً فى المناطق الجديدة الحديثة الاستصلاح.

2- الإنتشار عن طريق المجموع الخضرى للنباتات المصابة:

Dissemination by foliage:

وتمـثل حـركة انتـقال النيـماتودا بقـواها الذاتـية مثل انتقال النيماتودا *Aphelenchoides* Spp. على الأجزاء الخارجية للنباتات المصابة إلى أوراق سليمة لتصيبها من جديد وتعيد دورة الحياة خير مثال لذلك.

ويشكل غلاف الماء وغشاء الماء السميك على النباتات عاملاً هاماً فى حركة النيماتودا الورقية ويساعد على ذلك فى انتشارها وإصابتها لأوراق نباتات جديدة.

ومن المعروف أن اختراق النيماتودا الورقية للأوراق يتم من خلال فتحات الثغور Stoma عن طريق غشاء الماء الرقيق المغلف للأوراق. كما تساعد القطرات المائية المتساقطة من الأوراق على انتشار نيماتودا الأوراق بصورة كبيرة.

3- الانتشار عن طريق الماء Dispersal by water:

تلعب المياه دوراً هاماً فى حياة وانتشار النيماتودا. والماء هو أحدى طرق الانتشار الإيجابى Passive dispersal وتتضمن حركة جريان المياه وسقوطها وحركة الجداول streams والأنهار وقنوات الرى Irrigation canals وحركة المياه فى التربة. ولقد سجل انتشار نيماتودا الحويصلات فى البطاطس *Heterodera rostochiensis* لمسافة 259متر عن طريق مياه الفيضان فى موسم واحد.

أما عن انتشار النيماتودا بواسطة مياه الرى فلقد وجد أن من 25- أكثر من ا نيماتودا/جالون ماء قد وجدت فى مياه الرى وكان 10-20% من هذه النيم متطفلات ومتغذيات على النباتات ولقد تضمنت الأجناس التالية:

Ditylenchus, Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus, rodera, Meloidogyne, Trichodorus and Hemicycliophora.

وتوجد النيماتودا داخل قنوات الرى فى جميع أجزاءها ولا توجد مواقع معينة تتركز فيها كذلك لا تؤثر سرعة حركة المياه من بطئها فى إعداد النيماتودا.

كذلك فإن الترشيح والنفاذ خلال الثقوب فى التربة والمسافات البينية مسئولة عن حركة النيماتودا وأعدادها إلى أسفل ولكن مسافة الانتشار تتوقف على مسامية التربة ومعدل الترسيب ودرجة حرارة الجو. وكلما كانت حركة ماء التربة سطحياً كلما زاد نقل النيماتودا إلى مناطق أخرى. كذلك الانتشار عن طريق مخلفات الإنسان العضوية Sewage sludge يكون محتملاً ويرتبط بأنشطة الإنسان ولقد وجدت أعداد من *H.schachtii* فى هذه المخلفات ذات الرطوبة العالية. كما وجدت أعداد من النيماتودا فى مياه الشرب فى المدن ولكن معظمها غير متطفل نباتياً.

4- الانتشار عن طريق الرياح dispersal by wind:

تلعب الرياح دوراً هاماً فى نقل وانتشار النيماتودا خصوصاً الأطوار الساكنة كالحويصلات Cysts الجافة الخفيفة الوزن. ولقد وجد أنه كلما كانت الأرض الزراعية عارية من الزراعات كلما كان معدل نقل النيماتودا أكثر وكلما زادت الزراعات كلما قلت نسبة النيماتودا التى يمكن أن تنقل وتنتشر إلى الأراضى البور.

وكلما كانت النباتات فى مراحل مبكرة من الزراعة تنتقل النيماتودا بالرياح أكثر وكلما ازداد عمر النبات كلما لعب دوراً كمصدات للرياح وقلت نسبة النقل.

ولقد سجل نقل *Heterodera schachtii* نيماتودا حويصلات البنجر بالرياح ووجدت حويصلات *H.rostochiensis* على بعد 258 متر من مكان العدوى

وكان البيض بداخلها حياً. كما سجلت بعض مصائد التراب Dust traps وجود أكثر من 28 جنس فى المصيدة فى Texas فى أمريكا. ووجد أن العديد من النيماتودا كان حياً ونصف عد الأجناس كانت متطفلات نباتية وتضمنت أجناس *Criconemoides, Helicotylenchus, Meloidogyne, Pratylenchus and Tylenchorhynchus* ويعتبر عامل الرياح من العوامل الهامة التى تساعد على نقل وانتشار النيماتودا وخصوصاً فى المناطق الصحراوية.

وعموماً يتوقف النقل بالرياح على شدتها - اتجاهها - زمن الهبوب والأطوار الجافة القابلة للنقل مثل الحويصلات وحبوب القمح المصابة. كما يمكن للرياح نقل كتل ترابية صغيرة تحتوى على النيماتودا وتنقل أيضاً البقايا النباتية من حقل إلى آخر.

5- الانتشار عن طريق الحيوانات Dissemination by Animals:

ثبت أن النيماتودا التى تمر من خلال الجهاز الهضمى للحيوانات تظل حية وذات مقدرة على الإصابة والعدوى ولكن انتشارها ونقلها يتوقف على حركة الحيوان حيث تلتصق بأرجل الحيوانات كتل طينية ملوثة محتوية على أطوار نيماتودية أو بقايا نباتية مصابة فتنتقل معها من مكان إلى آخر.

كما يمكن للطيور أن تنقل بعض الأطوار الساكنة للنيماتودا فى حالة الجفاف عن طريق التغذية على بقايا نباتية تحتوى على هذه الأطوار كالحويصلات النيماتودية الجافة.

وتلعب الحشرات دوراً فى نقل مسببات الأمراض النيماتودية مثل النيماتودا التى تسبب الحلقة الحمراء Red ring فى أشجار جوز الهند والمتسببة عن النيماتودا *Rhadinaphelenchus cocophilus* التى تصيب أشجار جوز الهند تحمل عن طريق سوس النخيل Palm weevil والتى تسمى *Rhynchophorus palmarum* ولقد وجدت النيماتودا بداخل هذه الحشرات بعد التغذية على الأنسجة المصابة وبقيت النيماتودا حية لمدة 10يوم داخل تجويف الجسم ومن 2-6 يوم على سطح الجسم. وبمكافحة هذه الحشرات بالمبيدات الحشرية انخفض حدوث المرض بشدة.

كما ثبت أن حشرات ذات الجناحين Dipterous insects كانت هى من أهم أسباب انتشار النيماتودا *Aphelenchoides composticola* وذلك فى بيوت المشروم (عيش الغراب) التى تستخدم تجاريا.

كما تلعب حيوانات المزارع من أحصنة - حمير وانتشار القوارض من فئران وخلافه دوراً مساعدا فى انتشار الآفات النيماتودية.

6- الانتشار عن طريق الحشائش ومصدات الرياح :

Wind breaks and Dissemination by weeds :

تعتبر الحشائش المنتشرة بالحقول والبساتين الزراعية مصدراً هاماً من مصادر انتشار النيماتودا حيث تنمو النيماتودا عليها وتتطور وتتكاثر فى حالة وجود العائل الأساسى وفى حالة غيابه وتلعب دوراً هاماً كمستودع للأطوار النيماتودية المختلفة. وتوجد عوائل كثيرة من الحشائش تنتمى لعائلات كثيرة يمكن للأنواع النيماتودية الشائعة أن تصيبها مثل انتشار نيماتودا تعقد الجذور على الحشائش النجيلية والسكران وعنب الديب ونشاش الدبان والرجلة والحميض والنفل والسريس وخلافه.

زراعة مصدات الرياح كالكازورينا حول المزارع وبجوار قنوات الرى الغير مبطنة بالأسمنت تصاب بالنيماتودا التى تتكاثر عليها وتنتقل إلى الحقول عن طريق الجذور المنشرة بقنوات الرى.

7- الانتشار عن طريق استخدام الآلات الزراعية والحاويات المستعملة والأسمدة العضوية:

Machinery, Reusable Containers and Organic Fertilizers:

وجد أن الآلات الزراعية المستخدمة فى الحقول الملوثة بالأمراض النيماتودية تلتصق بها كتل الطين الملوثة والمواد العضوية المحتوية على أطوار نيماتودية وبالتالى تنقل إلى الحقول الأخرى والتى قد تكون سليمة فتلوثها وتؤدى إلى انتشار النيماتودا بها.

كما أن الزكائب والأكياس المستعملة والتى تحتوى على بقايا تربة أو بقايا بذور ملوثة أو بقايا نباتية تحتوى على أطوار نيماتودية يمكن أيضاً أن تلوث المناطق الزراعية السليمة إذا استخدمت فيها.

كما أن استخدام العربات والسيارات فى النقل بين القرى تؤدى أيضاً إلى نقل التلوث عن طريق الإطارات. وتنقل الجرارات وماكينات الحصاد من حقل لآخر يعتبر أحدى وسائل النقل والانتشار للأمراض النيماتودية.

صناعة الأسمدة العضوية من بقايا محاصيل مصابة بالنيماتودا وتحتوى على أطوار نيماتودية وأكياس بيض أو حويصلات يؤدى إلى إنتاج مواد عضوية ملوثة عند استخدامها تنقل التلوث إلى مناطق جديدة سليمة.

8- النقل عن طريق الإنسان Dissemination by hùman bean:

ويلعب الإنسان دوراً مساعداً فى نقل التربة الملوثة من حقل لآخر عن طريق العمالة الزراعية المنتشرة فى الحقول وانتقالها من مكان لآخر بدون إجراء الإجراءات الصحية والوقائية المختلفة قبل انتقالهم.

- العلاقة بين العائل والطفيل Host-Parasite Relationships:

النيماتودا المتطفلة والساكنة داخلياً تكون مع العائل علاقات معقدة وهامة وتمثل هذه العلاقة جنس نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne spp.* التى تتميز عن غيرها من النيماتودا الساكنة داخلية التطفل بمدى عائلى واسع متطفلة على نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين والنباتات العشبية والخشبية. وتكون فيما تسمى بالعقد أو الأورام النيماتودية فى العوائل القابلة للإصابة ويصل المدى العائلى لهذا الجنس الخطير ما يزيد عن 2000 عائل نباتى.

1- الإنجذاب للعائل والأختراق Attraction and Penetration:

أظهرت الأبحاث أن النباتات تستطيع التأثير على دوره حياة نيماتودا التعقد قبل فقس البيض الذى يكون محاطا بكتلة أو كيس جيلاتينى عادة ما يوضع على سطح العقدة النيماتودية بالرغم من أنه فى بعض العوائل قد تظهر داخل العقدة بعد تمام عملية

التطور الجنينى ويظهر الإنسلاخ الأول داخل البيضة الذى يعطى بعد ذلك الطور اليرقى الثانى Second Stage Juvenile والذى يعتبر الطور اليرقى المعدى والذى يتأثر عادة بالنباتات. وهذا الطور هو الطور اليرقى الوحيد فى جنس *Meloidogyne* الذى يتحرك بحرية فى التربة. ويمكن لليرقات أن تتحمل الظروف السيئة فى التربة وتبقى لفترة من الوقت بالرغم من أن الغذاء المخزون بداخلها محدودا وتنخفض مقدرتها على الإصابة بقلة هذا المخزون.

وتنطلق هذه اليرقات بين الجذور متأثرة بها مع انخفاض محتواها الغذائى وهذه اليرقات لا تتأثر كثيراً باستقبال المؤثرات والمواد الجاذبة من الجذور من حيث التأثير على كمية الغذاء المخزون.

والأبحاث أثبتت أن هذه اليرقات لا تجد جذور عائلها بالحركة العشوائية الاعتباطية ولكن تنجذب للعوائل نتيجة استجاباتها للمواد المفرزة من الجذور Stimuli وترجع هذه الاستجابة إلى وجود أعضاء أو عضيات استقبال حس كيماوى Chemoreceptors يمكنها من خلال هذه الأعضاء تحديد أماكن هذه الجذور وتتكون من Six inner labial sensilla and two amphids وتعتبر الأمفيدز من الأعضاء الهامة والأساسية فى الطور اليرقى الثانى. ويمكن لهذه اليرقات الانجذاب للجذور حتى مسافة 10سم وتتحرك هذه اليرقات فى العام لمسافة لا تزيد عن بضعة سنتيمترات مع أن بعض الأبحاث بينت مقدرتها على الحركة الرأسية لمسافة 25 سم خلال 10 يوم.

ولقد وجد فى بعض الأبحاث تجمع هذه اليرقات بالقرب من منطقة استطالة الخلايا Cell elongation خلف root cap للعديد من النباتات.

وتختلف يرقات نيماتودا التعقد عن نيماتودا أخرى مثل *Pratylenchus pratensis* فى الانجذاب إلى أطراف الجذور لبعض العوائل.

ويمكن ليرقات نيماتودا التعقد الانجذاب أيضاً إلى منطقة apical meristems وتزداد عملية الانجذاب للجذور ليرقات نيماتودا التعقد فى المنطقة 3-8 مم من طرف وقمة الجذور Root tip بعد ذلك تكون قد تكون طاردة لها. وكذلك تزداد عملية الانجذاب فى

منطقة الاستطالة للجذر. ويختلف الانجذاب أيضاً باختلاف العوائل المختلفة وقد يحدث الانجذاب فى بعض الحالات وتتجمع اليرقات حول بذور منبتة من الطماطم، rye، Oats مع أنهما يعتبران غير عوائل لهذه اليرقات.

ولا تختلف جذور النباتات المقاومة والقابلة للإصابة بالنيماتودا فى انجذاب النيماتود لها (جذب النيماتودا نتيجة أفراز الجذور) إلا اختلافا طفيفا. وفى بعض الحالات يكون الاختلاف كبيراً.

ويتأثر المجموع الجذرى بالتربة المحيطة به Rhizosphere بالكائنات الدقيقة المتواجدة معه. كذلك يوجد بعض المركبات وإفرازات عضوية وغير عضوية مفرزة من الجذورومن الكائنات الدقيقة يكون لها دور فى عملية انجذاب اليرقات إلى الجذور ومثل هذه المركبات تكون أحماض أمينية، وثانى أكسيد كربون. ومن المعروف أنه إذا اقتربت اليرقات من الجذور ولامستها فى الحال تخترقها خلف منطقة root cap، وفى أماكن أخرى فى الجذر. مكان الاختراق ليرقة واحدة غالباً ما يصبح مكان انجذاب ليرقات أخرى كثيرة.

وتتضمن ميكانيكية الاختراق حركة ميكانيكية من الرمح فى مقدمة الجسم عن طريق خروجه ودخوله فى جدار الخلايا. كذلك تتضمن عملية الاختراق وجود أنزيمات محلله Cellulytic and pectolytic enzymes.

ونتيجة لهذا الاختراق يبدأ الجذر فى التضخم ويبدأ الجذر فى المعاناه والنمو فى الانخفاض والتدهور. وتختلف الأنواع المختلفة لنيماتودا التعقد فى مقدرتها وقدرتها على تحديد وغزو الجذور.

فى حالة الأنواع ذات المقدرة العالية على العدوى More aggressive species فأنها تكون قادرة على تحديد الجذور وأختراقها مبكراً وأسرع وذلك فى النوع *M.Javanica* عن *arenaria, incognita*.

2- أماكن التغذية Feeding sites:

بعد اختراق اليرقات للجذور فى منطقة مباشرة خلف root cap فأنها تهاجر بين الخلايا intercellularly فى منطقة القشرة cortex إلى منطقة تميز الخلايا cell differentiation ويسبب ذلك تمزقات وانفصال فى منطقة الصفيحة الوسطى. ونتيجة لمرور اليرقات بين الخلايا تتضغط الخلايا. وبعد مرور اليرقات يتعدل وضعها وتصبح رووسها قريبة من الأسطوانة الوعائية وبقية الجسم فى منطقة القشرة موازيا لمحور الجذور.

ونتيجة الاختراق للجذور تحت تطورات مورفولوجية وفسيولوجية فى الجذور ونتيجة التغذية يتم تكوين تركيبات خلوية جديدة تسمة خلايا عملاقة Giant cells وهى نوع من تأقلم الخلايا نتيجة التطفل وذلك فى العوائل القابلة للإصابة ومن الملاحظ عدم موت الخلايا نتيجة التطفل. وعلى هذا فإن تكون الخلايا العملاقة يعتبر ضرورياً لنجاح علاقة العائل بالطفيل. والأنسجة المفضلة لتكوين خلايا عملاقة هى اللحاء والبرانشيمة المجاورة.

وتتطفل كل يرقة على 5-6 خلية تتحول فيها هذه الخلايا إلى خلايا مغذية nutritive giant cells تحصل منها الخلايا على احتياجاتها الغذائية.

وإكمالاً للتحورات الخلوية يتكون ما يسمى Hyperplasia, Hypertrophy معطيه الشكل النهائى لما يسمى بعقدة جذرية root gall وهذه التغيرات تحدث فى منطقة الأسطوانة الوعائية.

3- تطور النيماتودا Nematode development:

بعد اختراق النيماتودا للجذور تحدث تطورات مورفولوجية لليرقات وتختلف فى أشكالها وحجمها نتيجة التغذية على الخلايا. وأفرازات النيماتودا التى تؤثر على خلايا العائل مصدرها الأساسى غدد المرئى الثلاثة Esophageal glands.

ومن المعروف أن التغيرات الحادثة فى الخلايا لتكوين خلايا عملاقة تتكون نتيجة وجود مواد كيماوية ومنظمات نمو مثل Auxins, promoters, cytokinins, Promoters of cell division.

4- استجابة النبات للأمراض plant response to disease:

نتيجة إصابة النبات بالنيماتودا تحدث للنباتات تغيرات شديدة تظهر على شكل أعراض على المجموع الخضرى والجذرى **وتتلخص الأعراض فيما يلى:**

1- أضمحلال المجموع الخضرى والمجموع الجذرى واختلال النسبة بينهما Shoot root ratio.

2- أعراض نقص العناصر تظهر على المجموع الخضرى وخصوصاً الأصفرار.

3- ظهور الذبول على النباتات فى منتصف النهار عندما ترتفع درجة الحرارة حتى مع وجود نسبة رطوبة ملائمة.

4- انخفاض إنتاجية النبات.

وتتوقف شدة هذه الأعراض على عدد اليرقات المخترقة للجذور والتى تتمكن من إكمال دورة حياتها فى النباتات الصغيرة. كذلك الظروف البيئية السائدة حول النبات تلعب دوراً مؤثراً فى شدة المرض مثل الجفاف والارتفاع الشديد للحرارة يؤدى إلى زيادة التلف الحادث نتيجة الإصابة ويسمى ذلك Induce plant stress.

5- التنفس Respiration:

يزداد التنفس ثلاث مرات فى أنسجة العائل المصاب بالنيماتودا عن الأنسجة السليمة وعلى العكس من ذلك العقد النيماتودية فى نباتات طماطم عمر 40 يوم وجد أن التنفس يكون بنسبة منخفضة عن الأنسجة السليمة وعلى العكس من ذلك بعد عمر 70 يوم للنباتات. وتختلف نسبة التنفس باختلاف العلاقات بين العائل والطفيل وكذلك عمر النبات.

6- نقص التغذية Nutritional Deficiencies:

إصابة النباتات بنيماتودا التعقد *Meloidogyne spp.* تؤثر على امتصاص ونقل وحركة العناصر الغذائية فى النباتات والتأثير يكون واضح فى العناصر NPK حيث تتجمع فى المجموع الخضرى. ونتيجة لذلك يحدث تمزق للأوعية وإيجاد أوعية غير سليمة ونتيجة تمزق الأوعية يؤثر ذلك على تدفق الماء والغذاء فى الخشب Xylem. تظهر أعراض نقص العناصر فى حالة الإصابة بالنيماتودا بشدة كأعراض أصفرار على المجموع الخضرى.

وجد من بعض الأبحاث أن المجموع الجذرى للنباتات المصابة أنها تحتوى على كميات كبيرة من Mg, N, P.K عن النباتات السليمة **ويعزى ذلك إلى الأسباب التالية:**

1- زيادة امتصاص العناصر الغذائية فى الأنسجة المصابة.

2- تلف عمليات نقل العناصر الغذائية.

3- إنتقال العناصر الغذائية من المجموع الخضرى للمجموع الجذرى.

ولقد وجد أن أمداد النباتات المصابة بالعناصر الغذائية يؤدى إلى تحمل وزيادة التحمل لنيماتودا التعقد *Meloidogyne* ومثال ذلك زيادة التحمل بإضافة عنصر K ويتحكم فى عملية تجمع عنصر K فى النبات المصاب أعداد النيماتودا الابتدائية حيث تقل مستويات K عند زيادة اعداد النيماتودا كعدوى أولية.

7- علاقات الماء Water relations:

هناك علاقة محسوسة بين الماء المتوافر فى التربة وبين استهلاكه بواسطة النباتات المصابة بنيماتودا التعقد الجذرى.

ولقد وجد أن النباتات المصابة من القطن بنيماتودا التعقد يستهلك الماء المتاح فى التربة أكثر قليلاً من النباتات السليمة وذلك عند أمداد النباتات بصفة مستديمة بالمياه. ولكن عندما يضاف الماء إلى التربة فى حالة استنفاذ حتى 50% من السعة الحقلية فإن النباتات المصابة تستخدم 184% ماء أقل من النباتات السليمة.

ولقد بينت النتائج أن استهلاك النباتات للماء لا يتأثر بالنيماتودا عندما تكون رطوبة التربة غير محددة. ولكن فى حالة وجود Periodic water stress يقل الاستهلاك.

نمو النبات يتأثر بشدة بالإصابة التى تحجم المجموع الجذرى خلال النقص فى مياه التربة وتمنع الجذور من الامتداد إلى التربة المحتوية على الماء.

زيادة أعداد النيماتودا الممرضة فى التربة يؤدى إلى أن المجموع الجذرى يسرى فيه الماء بقلة Water flow مع زيادة مستوى العدوى وذلك نتيجة التلف الحادث فى الأوعية الموصلة نتيجة التشوه الحادث فيها. النباتات المصابة تحت ظروف moisture stress تقفل الثغور وذلك فى حالة نقص الماء ليقل الماء المتبخر.

8- التمثيل الضوئى Photosynthessis:

وجد أن الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى تؤدى إلى قلة حدوث التمثيل الضوئى فى أوراق النباتات المصابة ويبدو ذلك واضحاً مع مستوى العدوى النيماتودية العالى فى أول الإصابة خلال يومين على الأكثر ويستمر ذلك مع نمو النباتات المصابة. الإصابة النيماتودية تخرب وتتداخل مع إنتاج ونقل بعض المواد المنظمة لعملية التمثيل الضوئى، وزيادة مستوى العدى تؤدى إلى زيادة النقص الحادث فى عملية التمثيل الضوئى. المواد المخلقة فى عملية التمثيل الضوئى تسحب من المجموع الخضرى إلى المجموع الجذرى وتتركز فى الخلايا العملاقة التى تستفيد منها النيماتودا فى التغذية ويبدو ذلك واضح أثناء وضع البيض بواسطة إناث النيماتودا.

9- تثبيط نمو الجذور Suppressed Root growth:

عموماً ينخفض تفريع الجذور وامتدادها فى حالة النباتات المصابة عن السليمة وبالتالى انخفاض المسطح الجذرى الذى يحدد السعة للمجموع الجذرى لاستكشاف التربة وتكون النتيجة النهائية اختزال حجم المجموع الجذرى لقلة الممتص من العناصر الغذائية.

ونتيجة ازدياد اختراق اليرقات لمنطقة root tip فإن نمو الجذور يثبط. ونتيجة لإعادة نمو الجذور فإن المسحوب من المجموع الخضرى يزداد ويحدث نزف دائم لمصادر النبات الغذائية ويزداد هذا النزف بزيادة أعداد النيماتودا الابتدائية (شكل 7).

ومن الملاحظ فى حالة العدوى البسيطة فغالباً ما ينشط نمو النبات بعكس الأعداد الكبيرة التى تثبط نمو النبات والناتج النهائى. كما أن تثبيط نمو الجذور يتداخل ويفشل عملية تخليق الـــ Cytokinins and gibberellins وهى مسئولة وتؤثر على نمو النبات حيث تقل الكميات المخلقة فى النباتات المصابة.

كذلك فإن الإصابة بالنيماتودا تؤثر كلية على الحالة الفسيولوجية للنبات ككل كما أنها تؤثر بطريقة مباشرة وغير مباشرة على انتقال المواد الغذائية ونظم انتقال المواد من المجموع الخضرى للجذرى وبالتالى تؤثر على المحصول النهائى (شكل 7).

- التفاعل الحادث بين النيماتودا وبعضها :

Interactions with other nematodes :

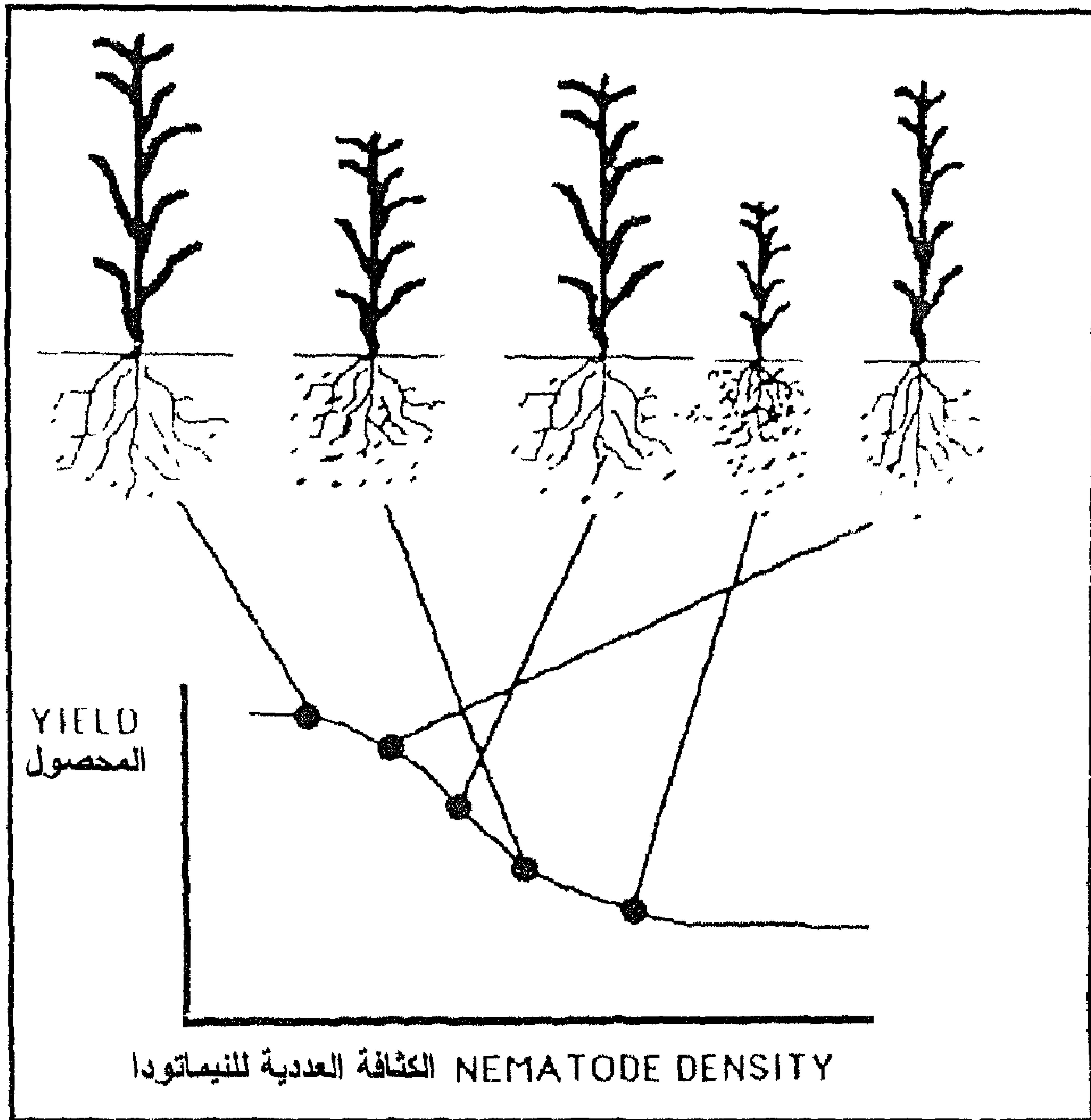
من المعروف علمياً أن وجود أكثر من نوع أو نوعين من النيماتودا المتطفلة نباتياً على عائل واحد هو أمر عادى فى الطبيعة، كما أن مجتمعات النيماتودا فى الطبيعة متحركة ديناميكية وتتفاعل دائماً مع نفسها ومع غيرها من مسببات الأمراض الأخرى وتسمى هذه المجتمعات Polyspecific حيث تتأثر فى الطبيعة بعوامل كثيرة مختلفة. ويؤثر على تنوع هذه المجتمعات انتشارها وانتقالها، طبيعة التغذية وصمودها وتحملها للظروف البيئية والتنافس فيما بين أنواعها المختلفة فى التربة.

ومن المعروف أيضاً أن النيماتودا تتواجد بصورة أنواع فردية فى التربة بصورة نادرة Monospecific.



ظهور وتواجد نوع معين فى بيئة ما يرتبط بقدرته على الانتشار والانتقال، المناخ السائد، edaphic factors، وجود العائل المناسب، القدرة على إنتاج إفراد جديدة، التحورات الملائمة للبقاء والصمود والتفاعل مع بقية الأنواع والكائنات الأخرى متضمنة النيماتودا.

وتبدو من الدراسات التى أجريت أن التأثير المفرد لنوع معين على عائل معين لاتفيد إلا جزئياً وتكتمل الصورة بدراسة تأثير هذا النوع مع بقية الأنواع المتماثلة الأخرى والمتواجدة بصورة جماعية أو مع بقية مسببات الأمراض الكامنة فى التربة.



رسم توضيحى يبين العلاقة بين الكثافة العددية للنيماتودا ومقدار الانخفاض الحادث فى المحصول. لاحظ أنه بازدياد الكثافة العددية للنيماتودا على المجموع الجذرى زاد مقدار الانخفاض فى المحصول
شكل رقم (7)

وتتفاعــل أنــواع النيمــاتودا المتطــفلة نباتياً من وجــهة النظر الأيكولوجية ecologically أو وجهة النظر الخاصة بالتاريخية المرضية Etiologically.

والتفاعل البيئى يؤثر على القدرة التكاثرية للعشائر النيماتودية الفردية أما التفاعل المرضى أو التاريخ المرضى يغير من التطور المرض للنبات.

والتفاعلين يلعبان دورهما بصورة مستقلة غير معتمدين على بعضهما البعض Independently. وتتغير استجابة العائل للنيماتودا بوجود أنواع مختلفة منها. وقد يزيد أحد الأنواع تطور وتكاثر نوع نيماتودى آخر على عائل ويحدث تأثير مضاد ومخالف على عائل آخر. وقد يؤثر وجود أكثر من نوعين تأثيراً مستقلاً على العائل ولا يوجد تأثير على التطفل والتكاثر وظهور الأعراض المرضية Disease expression للنيماتودا الأخرى.

- التفاعلات البيئية Ecological Interactions:

التفاعل الحادث بين النيماتودا وأنواع من نفس جنسها قد يكون مفيداً أو ضاراً لواحد منها أو كليهما أو لا يوجد أى تأثير بينهما. بعض التفاعلات عادة ما تكون متضادة antagonistic لواحد على الأقل من الأنواع الموجودة.

عندما تكون القدرة التكاثرية لنوع نيماتودى أعلى تحت ظروف monospecific عن الـ polyspecific يظهر جلياً التنافس بين النوعين competition والتفاعل التضادى يمكن أن ينشأ عن التنافس الفراغى Spatial competition تدهور وتلف مناطق التغذية أو حدوث بعض التغيرات الفسيولوجية التى تقلل من مناسبة العائل للطفيل. **وهناك تعريف جامع لذلك هو ..**

The Principle of competitive exclusion states that two closely related species cannot occupy the same ecological niche.

ويمكن لكل نوع أن يحيا وظيفياً بمفرده فى مكان معين بمفرده Particular niche ولكن حين وجود نوعين مع بعض فإنهما يتفاعلان معا حتى يسود أحد هذه

الأنواع. والذى يسود يتضح أنه يمتلك مزايا تنافسية عددية ترجع إلى كثافة وقدرته على الصمود وقدرته المرضية ومناسبة العائل له ويتغير كل ذلك فى التربة لوجود أنواع عديدة وأماكن تغذية متعددة والتربة دائماً فى حالة متغيرة وليست ساكنة.

ويمكن للتفاعل أن يحدث بين أنواع مختلفة لها أنواع مختلفة من المكانة البيئية Ecological niches .. ويمكن لنوعين أن يتطفلا على نفس العائل بنجاح إذا كان التنافس بين أفراد النوع الواحد أكبر من التنافس بين أفراد النوعين، ولوحظ فى التفاعل بين أكثر من نوع أن يكون مفيدا إذا كان هذا التفاعل يؤدى إلى تغيير فى العائل سواء كان ميكانيكيا أو فسيولوجيا بحيث يجعله أكثر مناسبة للآخر حيث أن التغيرات الفسيولوجية قد تزيد من تغذية النوع الآخر أو تقلل من مقاومة العائل للتطفل بهذا النوع.

- النيماتودا المتطفلة خارجياً Ectoparasites:

ويمكن أن تنقسم إلى عدة مجموعات طبقاً لطبيعة التغذية:

1- مجموعة تبقى كلية خارج الجذر وتتغذى على خلايا الابيدرمس epidermal cells وتسمى هذه النيماتودا Browsers والعلاقة بين النيماتودا والعائل تكون غالباً قصيرة زمنياً وغير متخصصة.

2- مجموعة متغذية لفترة قصيرة Short- term feeders والجزء الأمامى للرأس يخترق طبقات القشرة لبعض العوائل Cortical tissue.

3- المجموعة الثالثة أكثر تخصصاً وتبقى كلية خارج الجذر ولكن علاقتها بالنبات أكثر تعقيداً. وهى تحتوى على رمح طويل يتغذى على الخلايا أسفل الأبيدرمس وتسبب incite تضخم وتزايد عدد الخلايا Hypertrophy and hyperplasia وبالتالى فإن التنافس بين أنواع المجموعات المختلفة المتغذية خارجياً تتأثر بطبيعة التطفل.

والعلاقة التنافسية تزداد بين أنواع المجموعات الأكثر تخصصاً فى العلاقة مع العائل وتقل هذه المنافسة فى المجموعات البدائية.

ولقد بينت الدراسات أن التنافس يكون شديداً بين النوع *Tylenchorhynchus martini* والنوع *Criconemella ornate* عنه بين النوع *T.martini* والنوع *Belonolaimus longicaudatus* والتنافس على مناطق التغذية يظهر شديدا وأكثر بين الأنواع التى تتغذى سطحيا Superficially ونتيجة لذلك فإن *Belonolaimus longicaudatus* تكون *أكثر* عنفا فى أحداث المرض More pathogenic على الذرة عن *Dolichodorus heterscephalus* حيث تثبط تكاثرها بينما لا تتداخل ولا تعوق *D.heterocephalus* تكاثر النيماتودا *B.longicaudatus* والتفاعل بين النيماتودا المتطفلة خارجياً يتأثر بملائمة العائل. **ويبدو ذلك واضحاً فى الأمثلة التالية:**

1- يتأثر تكاثر الـــ *Paratylenchus projectus* وينخفض بوجود النيماتودا *Helicotylenchus pseudorobustus, Criconemella similes* على فول الصويا. حيث أن فول الصويا يعتبر عائل فقير للنيماتودا *P. projectus*، وعائل جيد نوعا ما للنيماتودا *H. pseudorobustus*، وعائل جيد للنيماتودا *C. similes*.

كما أن الظروف البيئية والكثافات العددية للنيماتودا تحور من التنافس بين أنواع النيماتودا خارجية التطفل، حيث تختلف درجات الحرارة الملائمة لكل نوع نيماتودى مما يؤثر على طبيعة التنافس حيث تكون درجة حرارة ملائمة لنشاط نوع ومضادة لنوع آخر. وقد يتأثر نوع نيماتودى معين بوجود الآخر وقد ينشط كل منهما الآخر.

- النيماتودا الخارجية التطفل والداخلية التطفل المهاجرة :

Ectoparasites and Migratory Endoparasites:

حركة النيماتودا الداخلية المهاجرة خلال أنسجة الجذر تغير من مورفولوجيا وفسيولوجيا الجذور وبصفة عامة تكون مضادة للنيماتودا الخارجية التطفل.

وعموما فإن ملائمة العائل للنيماتودا له أهمية فى التفاعل بين الأنواع ومثال ذلك أن تكاثر *Tylenchorhynchus martini* ينخفض ويقل بتأثير *Pratylenchus penetrans* الذى يعتبر عائل جيد لكلا النوعين.

والتفاعل بين الأنواع الخارجية وبعضها قد يعتمد على عامل الوقت Time dependent فقد يتكاثر بشدة نوع نيماتودى على نوع آخر على عائل معين فى فترة زمنية معينة ثم ينقلب الوضع بعد فترة زمنية أخرى Overcome حيث يرتبط ذلك بأحداث تغيرات فسيولوجية فى الجذور على مراحل مختلفة.

– النيماتودا الخارجية التطفل والمتطفلات الداخلية الساكنة :

Ectoparasites and Sedentary Endoparasites:

يحدث التفاعل بين النيماتودا الخارجية والداخلية التطفل الساكنة حيث تسكن كل منهما أماكن مختلفة للتغذية وينشأ عن ذلك أولا ينشأ أى تفاعل. وقد يكون التفاعل بينهم مخفض أو مشجع لكل منهما اعتمادا على ميكانزيمات (أليات) التفاعل بينهم. تكاثر النيماتودا الداخلية التطفل الساكنة يمكن أن ينخفض ويقل بتأثير النيماتودا الخارجية التطفل وذلك مباشرة أو غير مباشرة فى التغذية والبحث عن أماكن التغذية.

أعداد أماكن التغذية للنيماتودا الداخلية يمكن أن يقل وينخفض إذا كانت النيماتودا الداخلية تخترق الجذور عند الأماكن المفضلة للتغذية للنيماتودا الخارجية التطفل.

ويمكن للنيماتودا الخارجية التطفل أثناء التغذية أن تدمر الجذور وبالتالى تقلل أماكن التغذية للنيماتودا الداخلية وذلك على عوائل معينة كما فى *Paratrichodorus minor*، *Meloidogyne naasi* على *Creeping bentgrass* كذلك يمكن للنيماتودا الداخلية أن تثبط النيماتودا الخارجية التطفل على نفس العائل ذلك قد يكون خلال التغير والتثبيط الفسيولوجى أكثر من الميكانيكى. وقد ترجع سيطرة أحد الأنواعة إلى عوامل بيئية Environmental or edaphic factors وتغيير فسيولوجية العائل قد تجعل العائل غير مناسب للنوع الآخر وذلك خلال فترة زمنية معينة كما بين *M.hapla* مع *Xiphinema* americanum على alfalfa (البرسيم الحجازى) وقد يتشجع ويزداد

تكاثر كلا النوعين بوجودهم مع بعض بصفة مشتركة على عائل واحد مثل زيادة تكاثر *Hoplolaimus columbus* بوجود *Meloidogyne incognita* على القطن.

كما أن *M.hapla* تزيد من تكاثر *Criconemoides xenoplax* على العنب وعلى العكس فإن النيماتودا الخارجية *Scutellonema brachyurum* تزيد من تكاثر النيماتودا الداخلية الساكنة على القطن *M.incognita* ويرجع ذلك إلى التغير الفسيولوجى للعائل.

- النيماتودا الداخلية التطفل المهاجرة Migratory Endoparasites:

النيماتودا الداخلية المهاجرة عامة تستخدم نفس أماكن التغذية وتتنافس مع أنواعها المختلفة. والبعض منها يسبب اختلال نسب الذكور إلى الإناث فى صالح بعض الأنواع وأحياناً فى غير صالحة.

وتلعب العوامل البيئية وعوامل التربة edaphic فى أنجاح أحد الأنواع عن الآخر مثل تغير Soil texture من coarse إلى fine أو العكس.

- النيماتودا الداخلية التطفل المهاجرة والداخلية الساكنة :
Migratory Endoparasitic and Sedentary Endoparasitic :

النيماتودا الداخلية المهاجرة تتحرك بين أنسجة الجذور وعامة تسبب خللا وازعاجاً للتغذية الخاصة بالنيماتودا الداخلية الساكنة.

ومثال ذلك *Meloidogyne spp.* تنخفض وتتأثر بـ *Pratylenchus major* على الأناناس. *Pratylenchus brachyurus* تسود على *M.incognita* على القطن.

والـ *Pratylenchus spp.* تكون أكثر قدرة تنافسية مع *M.incognita* على الدخان. وقد يرجع ذلك إلى سرعة دخول النيماتودا المتحركة الداخلية عن الداخلية الساكنة. ونسب الدخول Penetration rates تتناسب مع ملائمة العائل.

العوائل الجيدة (الملائمة) تسمح باختراق سريع عن العوائل الأقل ملائمة، الطماطم عائل جيد لـ *M.incognita* عنه للـ *Pratylenchus brachyurus* والعدوى السابقة للـ *M.incognita* تخفض وتقلل الاختراق للنيماتودا *P. brachyurus* القطن عائل جيد للنيماتودا *P.brachyurus* وضعيف لـ *M. incognita* ولكن العدوى الأولية بـ *M.incognita* تشجع الاختراق للنيماتودا *P.brachyurus* والتفاعل بين الأنواع يمكن أن يتأثر بامتداد الفترة التى يتواجد فيهما مع بعضهما.

وتعتبر النيماتودا الداخلية التطفل الساكنة أكثر تطفلاً عن الداخلية المتحركة حيث يمكنها أن تغير من فسيولوجية الجذور وتجعلها متضادة مع الداخلية المتحركة أما تنشيطا أو تثبيطا.

كذلك فإن التفاعل بين النيماتودا الداخلية المتحركة والساكنة يعتمد على الكثافات العددية Density dependent والزمن Time dependent كذلك تلعب درجة الحرارة دوراً فى التفاعل بين النيماتودا وبعضها.

- التفاعل المرضى Etiological Interactions:

توجد النيماتودا فى التربة فى حالة أنواع عديدة مختلطة Polyspecific communities وتؤثر الأنواع بعضها على بعض وتغير من الطبيعة المرضية لبعضها البعض.

والتفاعل المرضى بين نوعين أما أن يكون تفاعلا ذو تأثير سلبى أو إيجابى (مثبط أو منشط) antagonistic or synergistic وقد يكون متعادلا neutral or additive التفاعل المتعادل Neutral interaction هذا التأثير يتوقف على وقت التطفل للأنواع والكثافة العددية لهما والأنواع المختلفة للنيماتودا وطبيعة التطفل.

- **التفاعل السلبى Negative interaction** مرض أقل عندما يكون هناك تنافس قوى بين أنواع النيماتودا. فى بعض الحالات توجد أنواع تحد من عنف virulence

أنواع أخرى على النبات. ويوضح ذلك نوع ذو قدرة مرضية أقل يقلل من أماكن الإصابة وأماكن التغذية المتاحة للنوع شديد القدرة المرضية.

وينخفض نمو الطماطم بنسبة قليلة في وجود نيماتودا *M.incognita* مع *Pratylenchus penetrans* عنه لو تعرضت الطماطم لـ *M.incognita* بمفردها. والنتائج كذلك فى حالة *M. incognita* مع *Rotylenchulus reniformis* على العنب.

- **التفاعل الإيجابى Positive interaction** التأثير المشترك لـ + *Heterodera schachtii* + *Meloidogyne hapla* على الطماطم خفض نمو الجذور بنسبة 65، 64، 61% عن المقارن بدون عدوى والعدوى المنفردة لكل منهما، التفاعل بين نوعين أو أكثر من النيماتودا على النبات قد يكون أولا يكون إيجابياً اعتماداً على فترة التعرض للعدوى المشتركة لهما.

- الاستنتاج Conclusions:

حيث أن أكثر من نوع نيماتودى يوجد فى حالة ارتباط فى علاقة مع نمو صنف نباتى يبدو واضحاً أنه يمكن أن يتنبأ بعلاقة إيجابية أو سالبة تظهر بين النيماتودا وبعضها مع العائل النباتى، القدرة المرضية وتذبذب اعداد النيماتودا.

التزامن بين الأنواع النيماتودية يؤدى إلى تفاعل بينهم والتأثير على المقدرة التكاثرية لكل منهم. وهذا التفاعل يمكن أن يغير التاريخ المرضى للأنواع.

ومن الصعب لعدم توفر المعلومات الكاملة أن يتنبأ الباحث فى حالة وجود علاقة بين الأنواع النيماتودية بأى نتائج تؤثر على نمو النبات وتكاثر النيماتودا.

ولذا يجب فهم العلاقة بين الطفيل والعائل - درجة العنف المرضى لكل نوع نيماتودى - وتأثير العوامل البيئية على علاقة النيماتودا ببعضها وبالعائل.

وهناك كثير من المتغيرات التى تحكم التفاعل بين الأنواع النيماتودية وبعضها **ويمكن تلخيص هذا الموضوع المعقد كالتالى:**

1- العلاقة بين أنواع النيماتودا يمكن أن تناقش من خلال مجالين اثنين بيئى ومرضى.

2- التفاعل يمكن أن يكون مشجع، متعادل أو ذو تأثير مهلك وخطر على نوع أو أكثر.

3- التنافس بين أنواع النيماتودا ضعيف.

4- التنافس بين الأنواع يمكن أن يحد توزيع وانتشار بعض الأنواع.

5- التنافس يكون شديدا بين الأنواع ذات طبيعة التغذية الواحدة.

6- المزايا التنافسية تزيد فى حالة العلاقة المرضية مع العائل وتكون أكثر تعقيداً. الطفيليات الداخلية أكثر تنافسا عن الخارجية التطفل. الطفيليات الداخلية الساكنة أكثر تنافسا عن الداخلية المهاجرة.

7- التنافس بين الأنواع يعتمد على الكثافة العددية لهما والزمن المتاح.

8- التنافس يمكن أن يتحور ويتعدل بالظروف البيئية.

9- ملائمة العائل هو حجر الزاوية فى التفاعل ويكون مسئولاً عن سيطرة أحد الأنواع على الأخرى.

10- طرق التنافس تتضمن تلف ميكانيكى أو احتلال لأماكن التغذية نتيجة تغيرات فسيولوجية تؤثر على الإنجذاب أو ملائمة العائل للتطفل.

11- التأثير المرضى لأكثر من نوع يكون أقل من تأثير كل نوع بمفرده (Additive) ويكون أحياناً أكثر من Additive.

12- التنافس الشديد بين الأنواع يؤدى إلى مرض أقل فى حالة التأثير المشترك لنوعين عن النوع الواحد.

13- فى حالة وجود النيماتودا الداخلية الساكنة فى علاقة مع غيرها تؤدى إلى شدة مرضية أكثر عنه فى الحالة الفردية.

14- دخول مسببات مرضية أخرى يؤدى إلى حدوث تفاعل معقد.

- التفاعل بين النيماتودا وبكتيريا العقد الجذرية:

Interactions of Nematodes with Rhizobia:

هناك معوقات لعملية تثبيت النيتروجين الجوى وتحقيق أقصى المعدلات. من بين هذه المعوقات التى تثبط وتخفض تكوين العقد البكتيرية النيماتودا ومسببات الأمراض الأخرى. وعملية تكوين العقد البكتيرية عملية بيولوجية معقدة وقبل ملامسة البكتيريا لجذور البقوليات يجب أن تتكاثر البكتريا حتى تصل إلى تعداد كاف ثم تبدأ فى تكوين مستعمرات على الجذور ويتم ذلك فى العوائل القابلة للإصابة بالبكتريا ثم تخترق الجذور الرفيعة أو الجذور الجانبية وتشجع خلايا العائل وتكون خيط عدوى. ثم تبدأ البكتيريا داخل خيط العدوى فى التكاثر والتضاعف فى منطقة القشرة ثم تكون العقد البكتيرية nodules وتحتوى العقدة البكتيرية على محتويات عديدة فى حالة توازن ووجود بعض الضغوط الحيوية biotic stress يمكن أن تؤثر على تكوين العقدة.

وتنقسم العلاقة بين الريزوبيا والبقوليات legumes إلى أربعة مراحل:

1-تعضيد وتأسيس وجود الريزوبيا واستقرارها فى منطقة الريزوسفير Rhizosphere

2- اختراق الريزوبيا لجذور البقوليات.

3- تكون العقدة البكتيرية nodules.

4- تثبيت النيتروجين عن طريق الـــ Rhizobium حيث تكون سريعة النمو.

- التأثير على التعداد البكتيرى Effect on Rhizobial Population:

بقاء الريزوبيا فى منطقة الريزوسفير وتكوين المستعمرات البكتيرية على جذور النباتات يتأثر بشدة بالإفرازات الجذرية. وتلعب النيماتودا المتطفلة نباتيا دوراً فى تغيير

الافرازات الجذرية للنباتات المصابة من الناحية الكمية والوصفية وبالتالى تتأثر النباتات البقولية المصابة بالنيماتودا من حيث تأثيرها على الريزوبيا المتكونة.

- التأثير على عدوى البكتيريا Effect on Rhizobial infection:

فى بعض البحوث يتضح أن التصاق جنس Bradyrhizobium بجذور فول الصويا يتم عن طريق الـ Lectin على سطح الجذور وأى شئ يتداخل مع Lectin metabolism يؤثر على استقرار البكتيريا على السطح. ويبين ذلك فى إصابة جذور فول الصويا بـ *H.glycines* مما يؤدى إلى قلة تكون البكتيريا على الجذور.

- التأثير على تطور وتكوين العقد البكتيرية Effect on Nodule Development:

Nodulation: تقاس بعدد النوديول - أو كتلة النوديول فى بعض الأبحاث وجد أن تكوين العقد البكتيرية فى فول الصويا صنف Lee يتشجع وينشط فى وجود *Pratylenchus penetrans, M.Hapla* وتثبط قليلا فى وجود *Belonolaimus longicaudatus* وتثبط بشدة فى وجود *Heterodera glycines*.

ويختلف التأثير باختلاف الصنف حيث لا يتأثر صنف ويتأثر آخر بشدة لنفس النوع النيماتودى. كذلك تلعب السلالات races دورا مشابها.

وتظهر الدراسات الهستولوجية أن أنسجة العقدة البكترية غالباً ما تصاب بالنيماتودا كما فى الإصابة بـ *M.incognita* التى وجدت بالقرب من الحزمة الوعائية فى النوديول لفول الصويا والبرسيم والفول والترمس والبسلة.

والعكس يظهر فى دراسات أخرى حيث لا تمنع النيماتودا أو تؤثر على تكوين النوديول. وتتحلل وتتدهور العقد البكتيرية سريعاً فى وجود النيماتودا المتطفلة فى الجذور. وقد توجد النيماتودا فى المنطقة الخارجية للعقدة البكتيرية.

فى أنسجة العقد البكتيرية تطفل النيماتودا يكون غير مناسب وقد لا تتواجد خلايا عملاقة وقد تتطور النيماتودا إلى ذكور. وقد يتأثر خروج العقد البكتيرية

Nodule emergence من الجذور فى وجود إصابة نيماتودية وقد يرجع تأثير النيماتودا المثبط على العقد البكتيرية إلى تأثيره على الحالة الغذائية للنبات وبالتالى على العناصر الغذائية المتاحة وتصبح النباتات المصابة بالنيماتودا فقيرة فى الحالة الغذائية.

- التأثير على تثبيت النيتروجين Effect on nitrogen fixation:

تلعب العديد من الإنزيمات والبروتين دوراً هاماً فى سلسلة من التفاعلات تؤدى إلى تثبيت النيتروجين وبالتالى أى خلل النيماتودا تحدثه فى سير هذه العمليات يؤثر على تثبيت النيتروجين.

يجب العمل على إنتاج أصناف من البقوليات تتمتع بدرجة عالية من التحمل للإصابة النيماتودية وفى نفس الوقت قدرتها على إنتاج عقد بكتيرية بمستويات عالية بالرغم من الإصابة. والعلاقة بين النيماتودا والريزوبيا ليست دائماً فى صالح النيماتودا ولكن قد تنشط معها البكتريا (تحتاج إلى مزيد من الدراسات) للاستفادة من ذلك.

- تأثير تغذية النيماتودا المتطفلة داخلياً على تطور ووظائف خلايا النبات :

The development and function of plant cells modified by endo parasitic nematodes :

تظهر النيماتودا المتطفلة نباتياً مع عائلها علاقات حميمة عن طريق تكوين أماكن ومناطق غذائية معينة وخاصة تصبح بواسطتها النيماتودا غير متحركة والإناث تصبح متطفلة داخلياً وساكنة. وتعتمد النيماتودا على هذه التحورات الخلوية كمصادر للغذاء الأساسى للنيماتودا. **وهذه التحورات التى تحدث عند مناطق التغذية تقع تحت نوعين:**

1- حيث تندمج الخلايا المجاورة للنيماتودا كنتيجة لتحلل جدر الخلايا وتسمى هذه syncytia مدمج خلوى.

2- تكوين ما يسمى بالخلايا العملاقة Giant cells.

- مورفولوجيا وتطور الخلايا النباتية المحورة :

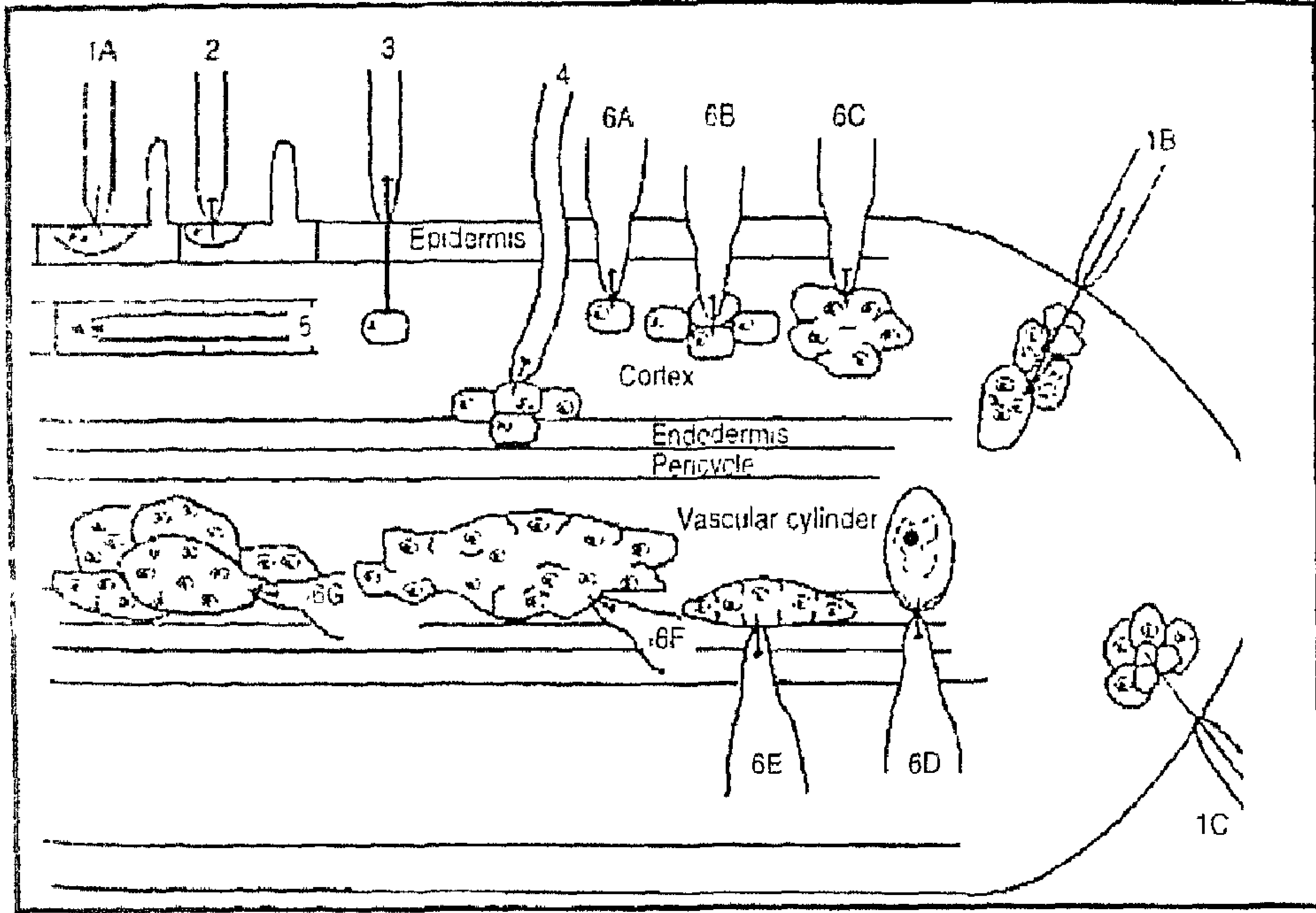
Morphology and development of modified cells :

وهى التحورات الخلوية التى تحدث فى العائل بسبب النيماتودا المتطفلة داخلياً وهى عديدة (شكل 8) **ومنها:**

1- **نيمـاتودا الحـويصلات Cyst-Nematodes** وهى أجناس *Heterodera, Globodera*. المدمج الخلوى المتسبب عن نيماتودا الحويصلات ينشا فى منطقة البريسيكل Pericycle، الاندودرمس endodermis أو القشرة القريبة Cortex وبالذات عند الخشب الأولى فى وضع معاكس.

واليرقات تغرس الرمح فى خلايا المدمج الأولية - جدار الخلية بجوار الرمح لايذوب ولكن يزداد فى السمك مع تطور المدمج الخلوى. جدار الخلية الداخلى للرمح يتحلل ثم يندمج سيتوبلازم الخلايا المجاورة - تكبر الخلايا المتأثرة وتكبر فجوات بين الجدر والمدمج المتكون فى القشرة يمتد إلى الـ Stele مع تباعد واتساع ضعيف للخلايا. تتسع خلايا الـ Stele خصوصاً البريسكيل والبرانشيما الوعائية، تستطيل خلايا المدمج حتى طول 2-3 مم. تكبر الأنوية والنويات 3-4 مرات ويصبح شكلها اميبى تزداد الفجوات بين جدر الخلايا وتنتقل المحتويات بين خلايا المدمج الخلوى.

غزو النيماتودا خلف القمم النامية للجذور Root tips والمدمج الخلوى تلمس خلايا وأوعية الخشب Xylem وحتى الأنابيب الغرباليه للحاء الأولى والثانوى.



Schematic representation of feeding sites of selected root-parasitic nematodes. 1. Dorylaimid migratory ectoparasites. 1A, *Trichodorus*; 1B, *Xiphinema index*; 1C, *Longidorus elongatus*. 2–6. Tylenchid nematodes: 2, migratory ectoparasite: *Tylenchorhynchus dubius*; 3: sedentary ectoparasite: *Criconemella xenoplax*. 4: migratory ectoparasites: *Helicotylenchus*; 5, Migratory endoparasites: *Pratylenchus*; 6, sedentary endoparasites: 6A, *Trophotylenchulus obscurus*; 6B, *Tylenchulus semipenetrans*; 6C, *Verutus volvingentis*; 6D, *Cryphodera utahensis*; 6E, *Rotylenchulus reniformis*; 6F, *Heterodera*; 6G, *Meloidogyne*.

رسم توضيحى لمناطق التغذية لأنواع مختلفة من النيماتودا المتطفلة نباتيا وأنواع التحورات الخلوية التى تحدثها اللازمة لعملية التغذية.

شكل رقم (8)

نمو المدمج الخلوى يمنع تكوين خشب جديد – تتغلظ جدر الخلايا عن طريق ترسيب Polysaccharides ونتيجة تكون الخلايا المدمجة فى Stele يحدث تمزقات وتشوهات ملحوظة.

وفى خلايا المدمج الخلوى يزداد النشاط الميتابولزمى كما فى الخلايا المرستيمية ويزداد تكوين العديد من Polysomes, ribosomes والـ Mitochondria وGolgibodies تزداد نشاطا كما تزداد اعداد حبيبات النشا وتقوى فى البلاستيدات – تزداد حجم الأنوية وقد تتكسر حدود الخلايا المدمجة نتيجة اتساعها كما أن تلامس الخلايا مع بعضها يؤدى اتساع المدمج .

2- **نيماتودا القطن الكلوية *Rotylenchulus reniforims*** مكان التغذية الثابت لها يبدأ فى منطقة الاندودرمس endodermal cells وقد تتأثر وتتحور خلايا البرسيكل و القشرة.

مكان التغذية الأول Prosyncyte ويكون قريباً من منطقة القطب الأول للخشب ويمتد 4-5 الحجم الطبيعى وتكبر الأنوية، وتزداد كثافة السيتوبلازم وتتحلل جدر الخلايا وتتطور تكوين المدمج Syncytium ويندمج معه 6 خلايا بريسيكل حول الخلايا الأولى. ويترسب البولى سيكاريدز فى جدر الخلايا للمدمج (سكريات عديدة).

3- **نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne spp.*** إصابة الجذور بنيماتودا التعقد الجذرى تشجع تكوين عدد مختلف من الخلايا العملاقة (2-12) خلية.

ولتكوين الخلايا العملاقة بصورة عامة أنه عند منطقة تغذية النيماتودا الخلايا المجاورة وغير المتميزة تتحد مع بعضها من خلال ذوبان جدران الخلايا يتبعه انقسامات ميتوزيه mitosis بدون cytokinesis وتكسر جدر الخلايا وتصبح الخلايا عديدة الأنوية multinucleate.

4- **نيماتودا التدهور البطئ فى الموالح *Tylenchulus semipenetrans*** الخلايا المغذية nurse cells ترتبط بالنيماتودا البالغة وتوجد فى منطقة القشرة Cortex من 6-10 خلايا متحورة تحيط برأس النيماتودا ولا تحتوى على أنوية متضخمة (حجمها 4-5 مرات الأنوية العادية) وتمتلأ الخلايا بالسيتوبلازم وفى منتصف منطقة التغذية توجد رأس النيماتودا فى خلية فارغة.

- وظائف الخلايا المتحورة Function of Modified cells:

تعمل كأحواض تخزين للمواد الغذائية الضرورية وأماكن للأنشطة الحيوية للنيماتودا ومصادر للعناصر الغذائية اللازمة للتمثيل الغذائى لها من أحماض أمينية وسكريات.

Synctia and giant cells are evidently sites of intense metabolic activity, specialized to take up solutes to supply nutrients to the nematodes which act as sinks. *Meloidogyne* giant cells can accumulate solutes, total protein amino acid and glucose levels are high.

- تكوين وتشريح وفسيولوجية الخلايا العملاقة :

Formation, Anatomy and Physiology of Giant cells Induced by *Meloidogyne spp.*

من المعروف أن الطور اليرقى الثانى لنيماتودا تعقد الجذور Root-knot nematodes تخترق جذور العائل وتؤسس وتكون منطقة تغذية لها فى بارنشيما الجهاز الوعائى، واستجابة لأنشطة التغذية بعض خلايا البارنشيما تتضخم وتتعدد أنويتها وتعرف عندئذ بالخلايا العملاقة Giant cells. ولقد أثبت الكثير من البحاث أن هناك ارتباط تام بين تكوين وتطور الخلايا العملاقة وبين نشاط التغذية فى نيماتودا التعقد. ويعتبر فشل تطور وتكوين الخلايا العملاقة فى أنسجة العائل بمثابة فشل وإجهاض تطور يرقات نيماتودا التعقد والوصول إلى الأطوار البالغة ويبدو ذلك واضحاً فى حالة الأصناف المقاومة للإصابة Resistant varieties وفى حالة النباتات المعاملة بالمواد ضد الانقسام الخلوى Anitmitotic agents.

- ميكانزيم تكوين الخلية العملاقة (آلية التكوين) :

Mechanism of giant cell formations :

فى عام 1898 أظهرت الأبحاث أن تكوين الخلايا العملاقة يتضمن ذوبان جدر الخلايا واندماج سيتوبلازم الخلايا مع بعضها. فى عام (1910) شوهد أن أنوية الخلايا العملاقة انقسمت بدون تكوين جدر خلايا جديد.

وفى الوقت الحاضر ثبت أن فى عملية تكوين خلايا عملاقة غياب عملية تحلل جدر الخلايا.

- **تشريح وتركيب الخلايا العملاقة Anatomy of giant cells:**

يختلف تركيب الخلايا العملاقة باختلاف عمرها التطورى فى حالة نيماتودا تعقد الجذور فإن النيماتودا تحتاج إلى شهر تقريباً للوصول إلى البلوغ. ويزداد حجم الطور اليرقى الثانى بمعدل 1000 ألف مرة خلال هذه الفترة وهذا الحجم الهائل يحتاج إلى التزود بكميات عالية من المواد والاحتياجات الغذائية من خلال الخلايا العملاقة وعلى هذا فتنتقل كميات كبيرة من محاليل العناصر الغذائية من الأنسجة والخلايا المجاورة إلى أنسجة وخلايا الخلايا العملاقة (سكريات - أحماض أمينية) وذلك من خلال النفاذية خلال أغشية الخلية Plasma Lemma.

ولقد بينت الدراسات الهستوكيميائية والسيتوكيميائية أن جدر الخلايا العملاقة تحتوى على المركبات التالية Suberin, pectin, cellulose, starch، وخلافه.

والعديد من البحاث أثبتوا وجود كربوهيدرات، ريبونيوكليك اسيد، بروتين فى جدر الخلايا. ولقد وجدت مواد أخرى كثيرة فى جدر الخلايا مثل:

Alkaline and acid phosphatases, non-specific esterases, peroxidase, adenosine triphosphatase and cytochrome oxidase.

وثبت أيضاً تداخل وجود Auxin فى تراكيب جدر الخلايا بواسطة بحاث عديدين. كذلك تواجد أنشطة ووجود Cytokinins.

ولقد ثبت احتواء أصناف الطماطم القابلة للإصابة بنيماتودا التعقد على كميات أكبر من Cytokinins عن الأصناف المقاومة كما ثبت وجود هذه المادة فى البيض والأطوار اليرقية لها.

وعموماً فإنه لم تثبت بعد ماهى تلك المواد التى تعطى أشارة البدء فى تكوين الخلايا العملاقة لتكون خلال مرحلتيها Karyo kineses & cytokineses .. ولقد بينت الأبحاث الحديثة أن عملية تكوين الخلايا العملاقة داخل جذور العائل تتم على **مرحلتين 1، 2 Repeated endomitoses بدون توالى عملية** Cytokineses أى **بدون تعاقبها.**

-التوافق بين العائل والنيماتودا Nematode- Plant Compatibility:

- نواتج التمثيل الغذائى والافرازات (ميتابوليتز النبات والإفرازات):
Plant Metabolites and Exudates :

البيئة التى تحيط بالمجموع الجذرى تتكون من المجموع الجذرى وما يرتبط به من الكائنات الدقيقة حوله وفى داخله أيضاً وبالإضافة إلى منتجات الميتابوليتز مثل ثانى أكسيد الكربون CO_2 والحرارة وتدفقات الأيونات مثل البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والهيدروجين والهيدروكسيل. هناك الكربوهيدرات بأنواعها والأحماض الأمينية والأحماض العضوية التى تظهر فى بيئة الجذر.

وهناك براهين على إفرازات الجذور يمكن أن تثبت من خلال تنمية بعض العوائل مثل البسلة والذرة النامية على بيئات معقمة وجد أنها تنتج كميات من السكريات المختزلة وتلعب افرازات الجذور دوراً هاما فى تشجيع الكائنات الدقيقة ويبدو ذلك فى تشجيع فقس بيض *Globodera rostochiensis* عن طريق افرازات جذور البطاطس وليس افراز جذور البنجر، الشلجم، الترمس، الخردل أو الشوفان وبالتالى تبين تخصص بيولوجى لافرازات الجذور. هناك من الأدلة على جذب جذور النبات للنيماتودا وبالذات إلى منطقة استطالة الخلايا.

وتلعب الرطوبة دوراً فى التأثير على نيماتودا الحويصلات من حيث انطلاق اليرقات وحركة اليرقات إلى الجذور وتلعب الإفرازات الجذرية دوراً هاماً فى تشجيع فقس البيض من الحويصلات وتوجيه اليرقات إلى الجذور. وتحتوى افرازات جذور نباتات فول الصويا على مشجع للفقس يحتوى على Glycinoeclepin dibasic acid

هناك عوامل تزيد من الافرازات الجذرية مثل الذبول، افراز الأحماض الأمينية، منظمات النمو وزيادة شدة الضوء والحرارة وميكروبات المجموع الجذرى.

ويمكن للكائنات الدقيقة أن تؤثر على نوعية الإفراز ونظمه عن طريق نفاذية خلايا الجذور وتحوير التمثيل الغذائى للجذور أو تغيير تركيب هذه الإفرازات.

وميكروفلورا microflora الجذور تسكن الجذور بدرجات مختلفة باختلاف أجزاؤه حيث يتغير تركيب الجذور بإزالة بعض طبقات الابيدرمس والقشرة فى المناطق المسنة فيه. يحدث تغيير فى محتويات الإفرازات الجذرية بواسطة البكتيريا، الفطر، عمر ونوع النبات، نوع التربة، الرطوبة، الحرارة. وتتأثر النيماتودا فى التربة بالتغيرات الطفيفة فى درجة الحرارة وكذلك يلعب CO_2 دوراً فى توجيه يرقات نيماتودا التعقد الجذرى. ويمكن للنيماتودا أن تنجذب إلى جذر من على مسافة 75سم أو أكثر وذلك عن طريق تركيزات CO_2 على المجموع الجذرى.

- التعرف عند سطح الجذور Root Surface Recognition:

تخترق النيماتودا المنطقة الميرستيمية خلف قمة الجذر Root cap، يرقات نيماتودا التعقد تخترق الجذور عند مناطق خروج الجذور الثانوية وكذلك التشققات السطحية للجذور وتلعب حرارة الجذر، تركيز ثانى أوكسيد الكربون، دوراً فى انجذاب النيماتودا للجذور. ويعتبر تعرف النيماتودا على الجذور خطوة أولى فى اتصال الخلايا ببعضها Cell to Cell Communication ويمكن للنيماتودا أن تستجيب لعدة مؤثرات خلال أطوار حياتها.

- تجهيز أماكن التغذية Feeding site establishment:

انهيار علاقة التوافق بين العائل والطفيل يمكن أن يعزى إلى تخليق مواد مثبطة للتمثيل الغذائى أو موت أماكن التغذية أو فشل النبات فى توفير مصادر التغذية للنيماتودا ويعتمد ذلك بداية على ما يسمى باستجابة المقاومة للنيماتودا فى النبات. وتلعب الجينات دورها فى ذلك فى الأصناف المقاومة.

- الميكانزمات المتعددة Multimechanisms:

هناك عدة جينات تلعب دورها وتحكم تطور النيماتودا داخل عائل معين ولكن لا زالت غير مفهومة تماماً.

The genetics of the ability of a nematode to overcome plant resistance is poorly understood.

بعض الملاحظات الهامة:

يجب إجراء الدراسات على كيفية انجذاب النيماتودا وتوجهها إلى جذور العوائل المختلفة. التعرف على العائل – تحوير تكوين الإفرازات الجذرية عن طريق الكائنات الدقيقة. تعريف الخطوات الأولى للتعرف على الجذور. الدراسات الهستوكيميائية لأسطح النيماتودا وتحديد السكريات التى على سطح النيماتودا.

التحليلات الدقيقة لمناطق التغذية وما تقدمه العوائل من خلال مناطق التغذية للنيماتودا، كذلك الإفرازات التى تفرز من النيماتودا من النقاط الهامة التى يجب أن تدرس بعناية وتبحث بدقة وتفيد فى معرفة العلاقات بين العائل والنيماتودا خصوصا العوائل المتوافقة وغير المتوافقة مع النيماتودا. بين بعض العلماء أن ظاهرة عدم التوافق Incompatibility بين العائل والنيماتودا يمكن التعبير عنها بعدم التوافق بعد الإصابة وتتضمن إنتاج مركبات بعد الإصابة Post-infectionally.

كما ظهر أن عدم التوافق قد يرجع إلى أنزيمات النبات فى الأنواع المقاومة قد تؤثر على منظمات النمو بها والفينولات الحرة والمرتبطة وتركيب الأحماض الأمينية وتكوين اللجنين فى النبات Lignification لمنع تطور النيماتودا إلى الأطوار البالغة.

– تعريفات :

- **غير متوافقة Incompatiple:** Means interactions deleterious to nematode development which occur in resistant plants.
- **متوافقة Compatible :** Mean interactions favorable to nematode development in susceptible plants.
- **متحمل Tolerant:** Indicates minimal adverse effects on plant growth resulting from nematode infection.
- **غير متحمل In-tolerant:** Means plants whose growth adversely affects by nematodes.

التفاعل الغير متوافق Incompatible interactions قد يكون إيجابى أو سلبى والإيجابى غالباً ما يؤدى إلى تفاعل عالى الحساسية Hyper sensitive ومثاله تكوين قرح فى خلايا موضعية غير منتشرة تقلل أو توقف تطور النيماتودا.

أما التفاعل السلبى غير المتوافق يتضمن وجود عوامل مثبطة تؤثر على فقس البيض والقدرة على البقاء survivability وموضع مصادر الغذاء ومناسبة العائل.

Keen and Bruegger 1977: اقترحوا نظرية فرضية أو موديل للمقاومة النشطة لمسببات الأمراض. وفيه العلاقة بين مسبب المرض وعدم التوافق فى العائل-Pathogen incompatible reactions.

- تنقسم إلى مرحلتين:

1- المرحلة الأولى (مرحلة تحديد المسبب)Determinative phase: وفيه المسبب المرضى المحتمل يبدأ النبات وخلاياه فى تحديده. ويتم أعطاء الإشارة بذلك .. حيث تبدأ الاستجابة عالية الحساسية.

وتتضمن هذه المرحلة الإصابة- التعرف على المسبب- نشاط جينى أو عدم نشاط وزيادة تخليق m-RNA وينتهى بـ DNA Transcript.

2- المرحلة الثانية (مرحلة التعامل مع المسبب)Expressive phase: تتضمن أحداث بيوكيميائية، Translation of RNA ثم تخليق مركبات تؤثر مباشرة أو غير مباشرة بصورة قاتلة وخطيرة على المسبب المرضى وتنتهى بتوقف تطور المسبب المرضى.

- المرحلة الأولى Determinative phase:

بصورة عامة فإن النيماتودا تحدد أماكن جذور النباتات المتوافقة والغير متوافقة وتخترقها بصورة متساوية.

• التعرف **Recognition** على النيماتودا بواسطة النبات يظهر بعد الاختراق (وجود الرمح أو أجسام النيماتودا كلها أو جزء منها) داخل النبات وتلعب عوامل عديدة فى تحديد وجود النيماتودا منها ماهو سطحي ومنها ما هو ذو علاقة بإفراز النيماتودا ومنها ماهو ذو علاقة بالمجموعة الوراثية للنبات.

ولقد افترض بعض العلماء أن جليكوبروتين سطح الخلية Cell-surface glycoproteins يلعب دوراً فى تحديد وجود النيماتودا كمسبب مرضى وتلعب دوراً هاماً فى Cell-to cell communications.

وقد يظهر الجليكوبروتين فى كيوتيكل النيماتودا المتطفلة نباتياً ويكون مرتبطاً بظاهرة عدم التوافق بين الطفيل والعائل .. كذلك فإن وجود بعض الاختلافات الكمية والوظيفية فى كربوهيدرات كيوتيكل النيماتودا واختلافه فى أنواع النيماتودا ترتبط بظاهرة التوافق وعدم التوافق بين الطفيل والعائل عن طريق تكوين بعض المركبات ذات الدور فى هذا المجال Surface carbohydrates may function as specific elicitors.

هناك ارتباط بين وجود بعض المركبات بهذه الظاهرة مثل mannose, glucose, galactose على كيوتيكل النيماتودا كذلك وجود Sialic acid.

ويعتبر سطح النيماتودا شئ متحرك ديناميكى حيث يحتوى على مركبات كيماوية فى الأطوار اليرقية تختلف عن الأطوار البالغة. والتفاعل الذى يحدث ما يوجد من مركبات بيوكيميائية على جدر الأطوار اليرقية يفسد ويخل بأغشية خلايا العائل ويؤثر على نفاذيتها ويؤدى إلى تكوين الجهاز الدفاعى أو المركبات الدفاعية Phytoalexin production ثم يعقبه موت الخلايا Cell death.

ويمكن إيجاز ما سبق فى:

Cell surface glycoproteins are the determinative factors responsible for specificity in plant-parasite interactions.

أما بخصوص التعرف فإنه يتضمن عوامل أكثر من تلامس سطح إلى سطح (طفيل – عائل) Surface-to-Surface contact.

وكمثال فإن جمع السائل بين الخلوى من نباتات طماطم مصابه بأحد مسببات الأمراض يطلق (elicited) تفاعل عدم توافق لبعض السلالات.

كذلك فإن إفراز بعض النيماتودا يمكن أن يطلق استجابة غير متوافقة مع النبات. وتحتاج هذه الدراسات إلى تقدم عالى فى مجال التقنية والميكروتكنيك.

كذلك فإن الاختلاف فى بعض أنواع mRNA التى تخلق نتيجة التفاعل بين الطفيل العائل يمكن أن تؤدى إلى تخليق macromolecules يمكن أن تؤثر على مصير العائل المصاب.

ولا توجد خطوات أو عوامل فسيولوجية أو بيوكيميائية يمكن عن طريقها تحديد كيف يمكن التعرف بين الطفيل والعائل من حيث التوافق وعدم التوافق.

– المرحلة الثانية Expressive phase:

الخاصة بعدم توافق النبات تتضمن إنتاج مضادات حيوية وتغيير فى النشاط الأنزيمى وعدم التنظيم الخلوى Cellular disorganizations.

تفاعل العائل ذو الحساسية العائلية HR فى منطقة الإصابة بالنيماتودا وبالقرب منها وفى مناطق التغذية وذلك بعد ساعات من الاختراق بالنيماتودا أو الرمح يرتبط بتطور النيماتودا المحدود.

ويتفاعل جهاز جولجي والشبكات الاندوبلازمية فى خلايا العائل ويتضخم ويؤدى إلى ترسيب وإنتاج الـــ callose فى جدر الخلايا. مما قد يؤدى إلى منع اختراق النيماتودا وتوقف تحلل جدر الخلايا. كما أن زيادة نسبة الذكور، عدم تكون خلايا متضخم، أو تكون صغيرة الحجم أو تتكون فى مراحل متأخرة لا يستفيد بها الطفيل أو تكوين تقرحات حول أماكن التغذية تحد من تغذية ونشاط النيماتودا.

وقد يرجع عدم التوافق إلى وجود جينات معينة مسئولة عن بعض التكوينات أو إفراز مواد معينة أو إلى وجود العديد من الجينات Polygenes. فى بعض الأحيان يكون تفاعل واستجابة الخلايا Cell reactions متوسط الشدة ويسمى Semi-compatible.

يتميز عدم التوافق بين الموالح ونيماتودا الموالح فى وجود مناطق عالية الحساسية فى منطقة الهيبودرمز وتكوين بريدرم الجروح wound periderm مع سماكه فى جدر خلايا القشرة وتكوين خلايا مغذية nurse cells ذات مظهر غير طبيعى. ويعتبر الهدف النهائى من أبحاث عدم التوافق النباتى ضد الطفيل Plant incompatibility against nematodes هو تسهيل إيجاد نباتات عالية المحصول تكون قادرة على خفض إعداد الكثافة العددية للنيماتودا. كذلك إنتاج أصناف مقاومة لأنواع وسلالات نيماتودية مختلفة.

وهدف آخر مهم هو إنتاج ما يسمى (Super plant) وهى أصناف خارقة تحتاج إلى أن يكون النبات محتويا على جينات قادرة على تكوين أنظمة مختلفة تضاد تطور النيماتودا وتحتوى على أنظمة تعرف على النيماتودا التى تهدد النبات.

وكلمة Superplant أصبحت مرادفة لكلمة غير عائل non-host مع الأسف ذات استخدام زراعى محدود.

ومن الهام جداً إنشاء ما يسمى ببنك الأصناف Germplasm libraries ومعرفة مايسمى بأل Gene transfer وتطوير Rapid progeny evaluation systems مبنى على Gene product phenotypes.

ويجب على المهتمين بهذه العلوم الهامة أن تتوافر لديهم:

Plant nematode interactions concerning nematode race development, nematode resistance germplasm libraries and performance of cultivars currently available.

– (أسباب عدم التوافق من الناحية الكيميائية):

Biochemical Mechanisms of incompatibility :

إفرازات الجذور قد تكون طاردة للنيماتودا وقد تكون سامة، وتلعب إفرازات اتودا دوراً مضاداً لإفرازات العائل الكيمياوية وقد تؤثر إفرازات النيماتودا على ـيق البروتين أو هرمونات نمو النبات.

وتفرز النباتات الغير متوافقة إفرازات Phytoalexins لها تأثيرات مختلفة على الطفيل مثل hemigossypol, Proline, nicotine, glycoollin Phytoalexins Gossypol **وتؤثر** هذه المواد على سلوك النيماتودا أو تسبب موتها وتحللها. وسرعة **استجابة** النباتات الغير متوافقة للتطفل النيماتودى تختلف باختلاف النباتات.

وتختلف أجزاء النبات المختلفة فى استجابتها للإصابة. البعض يكون غير متوافق أكثر من غيره.

– العوامل المؤثرة على استجابة النبات Factors Affecting Plant Response:

تعتبر الحرارة من أهم العوامل البيئية التى تؤثر على استجابة النبات للإصابة بنيماتودا التعقد *M.incognita* حيث تؤثر على بقاء النيماتودا، توزيعها، التطور الجنينى للبيض، الهجرة والحركة والاختراق والتطور وظهور الأعراض وتطورها فى النبات.

وتختلف الاحتياجات الحرارية للأنواع المختلفة وأنواع العشائر thermotypes وذلك بالتفاعل مع العائل.

وتلعب درجة الحرارة العالية دوراً فى جعل العائل أكثر ضعفاً وقابلية للإصابة بالنيماتودا والتأثر بهجومها. كذلك قد تلعب الحرارة العالية دوراً فى تثبيط إنتاج الكيماويات المسئولة عن تكوين مناطق حصار النيماتودا necrosis.

وعموما عندما يتعرض النبات لأى ضغوط بيئية ما عدا الضغوط الغذائية فإن تكاثر النيماتودا عليه يكون عالياً.

وتسرع درجات الحرارة العالية من حركة وهجرة واختراق النيماتودا للعائل وتكمل دورة الحياة أسرع وبالتالى تزداد إعداد الأجيال مع قلة تكوين الذكور. وتلعب درجة الحرارة العالية دوراً في زيادة نشاط الانزيمات وبالتالى زيادة كفاءة العائل.

- عمر النبات عند وقت العدوى والإصابة Plant age at inoculation time:

تأثير النيماتودا على نمو العائل القابل للإصابة يتأثر بعمر النبات عند العدوى حيث تكون النباتات الأكثر سنا قد كونت أنسجة متميزة لاتخترقها النيماتودا. وتزداد الاعداد النهائية على جذور العوائل الكبيرة السن حيث تتوافر جذور كثيرة ويصبح التنافس أقل. ويزداد تأثير النيماتودا على النباتات الصغيرة السن ويزداد التطفل والاختراق على وحول قمم الجذور root tips وبالتالى يتوقف نمو قمم وأطراف الجذور.

أصل النباتات Origin of plants:

في البطاطس يكون Pf عالى فى النباتات المنتجة من درنات وعقل Cutting and tubers بينما عدد البيض/جم جذر يكون عالي في الشتلات. النيماتودا + الحرارة العالية يمكن أن تؤدى إلى قتل النباتات الصغيرة - يجب عدم زراعة النباتات فى أراضى عالية الإصابة.

- ميكانيكية وآلية المقاومة لنيماتودا التعقد الجذري :

Mechanisms of Resistance to Root-Knot Nematodes:

تنمو النباتات المختلفة لمحاصيل الخضر والحقل والفاكهة والزينة فى الظروف الطبيعية وتتعرض لكثير من الكائنات الدقيقة من فطر وبكتيريا وبروتوزوا ونيماتودا في وسط التربة التي تعيش فيه جذورها وتنمو. ومن حسن الحظ أن التربة تحتوى على

أعداد ليست كثيرة جداً من الكائنات التى يمكنها أن تسبب أمراضا للنباتات. وكمثال لذلك فإن ما وصف من الأنواع النيماتودية حوالى 15000 نوع ولكن المتطفل منها حوالى 2200 نوع ولكن المسبب لأمراض نيماتودية لا يتعدى المئات.

وترجع الأعداد المحدودة من النيماتودا المتطفلة نباتياً القادرة على مهاجمة النباتات وقلة أعدادها إلى وجود ميكانزيمات داخل النباتات للدفاع ضد النيماتودا والهروب من تطفلها. وتمتلك النباتات المختلفة نظم عديدة من نظم الدفاع ضد الطفيليات ومسببات الأمراض. ومن الأمثلة اللطيفة التشبية بين المواد الكيماوية المفرزة من النباتات لمقاومة مسببات الأمراض وهى مواد سامة تساوى عملية صب الزيت المغلى على المهاجمين للقلاع فى العصور الوسطى من المدافعين الوطنيين.

التراكيب الدفاعية والمواد الكيماوية السامة اللتى تنتج فى النبات أو تفرز منه تشبه الحوائط الدفاعية فى القلاع القديمة والفخاخ المنصوبة والطعوم السامة.

هذه الميكانزيمات تكون الخط الدفاعى الأول ضد مسببات الأمراض والطفيليات وعند فشل هذه الميكانزيمات كثير من النباتات تخلق مواد سامة مثل Phytoalexins وتبنى حوجز طبيعية مثل Callose كسور مناعى ضد المغيرين. وكل ذلك لحصار مسببات الأمراض وتقليل التلف الناتج عنها.

وعموماً فإن ميكانزيمات المقاومة معقدة ومتداخلة جداً وفى كثير من الأحيان تكون غير مفهومة وفى بعض الأمثلة نجد أن العائل النباتى يتأثر قليلا حتى فى حالة تضاعف أعداد مسبب المرض بداخله.

وفى حالات معاكسة بعض النباتات تظهر إصابة عالية نتيجة المسبب المرضى ولكن فى نفس الوقت تحد من تكاثر المسبب المرض (Great injury).

وعموما يعتبر أى تفاعل أو استجابة من النبات كى يؤخر أو يعوق الهجوم المرضى لمسببات الأمراض يعتبر تفاعل مقاومى Resistance reaction.

ويختلف عمل الأنظمة الدفاعية ضد الإصابة بالنيماتودا باختلاف الوقت فى عمر العائل أو المسبب المرضى فتوجد أنظمة تعمل قبل، خلال وبعد اختراق الطفيل للعائل. .Before, During and after their penetration

- مقاومة العائل للنيماتودا قبل الإصابة Pre-infectional resistance:

تلعب الافرازات الجذرية دوراً هاماً فى جذب وابتعاد النيماتودا فى التربة ويبدو ذلك واضحاً فى انجذاب 4/3 النيماتودا المتطفلة على عائل ما فى التربة إلى جذور الأصناف القابلة للإصابة بها وانجذاب ربع نفس النيماتودا لجذور الأصناف المقاومة.

وهناك أصناف عديدة من الخضراوات تفرز جذور نباتاتها مواد طاردة ليرقات النيماتودا كما فى بعض القرعيات (أصناف معينة من الخيار) وتسمى هذه المركبات الكيماوية Triterpenoid.

ومعنى ذلك أن يرقات بعض أنواع النيماتودا المتطفلة مثل نيماتودا التعقد الجذرى يمكنها أن تنجذب إلى كلا من جذور الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة على السواء علما بأن الإفرازات الجذرية لبعض أنواع من العوائل النباتية تكون مبيدات أو لها صفة مبيدات النيماتودا nematicidal. كمثال على ذلك فإن 63% من يرقات *M.incognita* والمعاملة بإفرازات جذرية من نباتات الماريجولد Marigold, *Tagetes erecta* عمر شهر ماتت فى 72 ساعة والمادة الفعالة فى هذا الإفراز terthienyl حيث لها خصائص وتأثير المبيدات النيماتودية. وسجلت تأثيراً على النيماتودا التالية:

Globodera rostochiensis, Anguina tritici and Ditylenchus dipsaci.

وكانت الجرعات القاتلة تتراوح بين 0.2, 0.5, 5 ppm وسجلت نتائج متشابهة لذلك مع الافرازات الجذرية لنبات المارجوزا Margosa, *Azadirachta indica*.

والمادة الفعالة في هذه الإفرازات هي nimbidin and thionemone. وهناك مواد شيبرة ليا تأثيرات مبيدية مثل Pyrocatechd وهذا المركب يتجمع في تركيزات عالية في جذور *Eragrostis curvula*. ويعتبر هذا المركب مبيد قوى وفعال ضد انواع نيماتودا التعقد.

M. javanica, M. hapla, M. arenaria thamesi, and *M.incognita acrita.*

ولقد سجلت أعداد قلية ونيماتودا ميتة في جذور نباتات القطيفة marigold علاوة على وجود خلايا عملاقة مجهضة ولكن عند زراعة الماريجولد مع الطماطم في نفس الوقت لم تنخفض أعداد النيماتودا في الطماطم. كذلك فإن إضافة المركبات السابقة إلى التربة كمحلول مائي ومواد صلبة حتى 200 جزء في المليون لم يكن له تاثير على النيماتودا في التربة.

- المقاومة عند السطح الخارجي للجذور Resistance at root surface:

من المعروف أن كل النيماتودا المتطفلة نباتياً تمتلك في مقدمة الجسم رمح قوى يستخدم في اختراق جدار البيضة وتمزيقه خلال الفقس وكذلك يعمل على اختراق الخلايا النباتية خلال عملية العدوى ويستخدم للتغذية على خلايا العائل خلال عمليات التغذية. وتلعب قوى الدفع داخل الرمح Pumping action والتي تقدر بـــ 2-24 عملية ضرب أو شفط في الثانية strokes/sec بالتضافر مع عمل العديد من الانزيمات المحللة للخلايا مثل cellulases, pectinases and cell-wall-degrading enzymes على أحداث عمليات الاختراق لخلايا العائل ويمكنها التغلب على العوائق الميكانيكية السطحية مثل جدر خلايا العائل والكيوتيكل.

وعموما تختلف أعداد النيماتودا المخترقة لجذور العائل في الأصناف القابلة للإصابة أو المقاومة لها. وعند تشريح هذه الأصناف وجد أن الأصناف المقاومة جذورها قد احتوت على إعداد قليلة من النيماتودا بالمقارنة بجذور الأصناف القابلة للإصابة.

- المقاومة بعد العدوى والإصابة Post-infectional resistance:

- الكيماويات المخلقة Performed Chemicals:

العديد من النباتات تحتوى على مركبات سامة لنيماتودا تعقد الجذور من هذه المركبات الفينولات phenolics التى تدخل فى تكوين القروح necrotic lesions أو البقع التى تؤدى إلى المقاومة وتختلف نسبة الفينولات فى نباتات الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة حيث ترتفع هذه النسبة فى الإصابة المتحملة (79مجم بالمقارنة بـ40 – 44 مجم فى الأصناف المصابة) 97–102مجم فى الأصناف المقاومة، 107–117 فى الأصناف المنيعة للطماطم. من المواد المسئولة عن أحداث المقاومة فى النباتات للإصابة بالنيماتودا Chlorogenic acid حيث كانت فى الأصناف المقاومة 580مجم/جم جذر أما فى الأصناف القابلة للإصابة 380 مجم/جم جذر.

وهــذه المـــادة معـــروفة فأنـــها تؤثـــر على التنســيق فى النيماتودا nematode coordination. وهناك علاقة معروفة بين Phenylalanine ammonia (PAL) Lyase الذى يدخل فى التخليق الحيوى للفينولات Biosynthesis of phenolic وبالتالى المقاومة للينماتودا.

ويزداد نشاط PAL 12 ساعة بعد العدوى فى الأصناف المقاومة بدرجة عالية بينما ينخفض هذا النشاط أو يثبط فى الأصناف القابلة للإصابة حيث أن هذا النشاط يؤدى إلى زيادة مستوى الفينولات فى النبات والجذور ويؤدى إلى منع أو إعاقة النيماتودا المخترقة. هذه النتائج السابقة توضح الدور الفعال للمركبات الفينولية فى المقاومة للنيماتودا المتطفلة.

- التغـــذية Nutrition:

تلعب التغذية دورا هاماً ومهما فى عمليات المقاومة ضد النيماتودا وذلك بطريقتين:

1- غياب بعض العناصر الغذائية قد يرغم النيماتودا المخترقة لتتحرك وتخرج خارج الجذور المتطفل عليها.

2- قد تؤثر تغذية العائل على النسبة الجنسية العادية فى صالح المقاومة.

ولقد أظهرت دراسة موسعة على موضوع المقاومة أن كلا الحالتين فى النباتات المقاومة والقابلة للإصابة فى أول 2 يوم من العدوى تتساوى الجذور فى اعداد النيماتودا المخترقة ولكن قلت النسبة فى الأصناف المقاومة للبرسيم الحجازى بعد 3-4 يوم من العدوى عن الأصناف القابلة للإصابة واتضح بعد ذلك أن هذه اليرقات قد خرجت من جذور الأصناف المقاومة وكان أقصى ذلك فى اليوم الرابع من العدوى. وكانت الإعداد بداخل جذور الأصناف المقاومة قليلة متزامنة مع اعداد كبيرة خرجت من هذه الجذور فى الأصناف المقاومة.

وتختلف هذه النسب وهذه الأيام باختلاف الأنواع النباتية ويعزى ذلك على أن جذور النباتات المقاومة لا تستطيع أن تمد كل هذه اليرقات المخترقة بالتغذية فتهاجر خارجها. تحديد الجنس فى جذور النباتات يتأثر بالعديد من العوامل البيئية.

تعريض جذور النباتات لأشعة جاما Gamma-ray تزيد من نسبة الذكور كذلك فى حالة العدوى بأعداد كبيرة من النيماتودا. كذلك تحدث الدرجات العالية من الحرارة تأثيراً يؤدى إلى زيادة أعداد الذكور بالمقارنة بدرجات الحرارة المنخفضة.

نقص Sucrose يؤدى إلى زيادة إعداد الذكور وعند تغذية النبات بمحلول عناصر تنقص وتنخفض فيه نسب:

(N, P, K, (N-P-), (N-K), (P-K), (N-P-K)

يؤدى إلى زيادة أعداد الذكور عنـــه لـــو غـــذيت النباتـــات بمحلـــول عناصـــر كاملة. وجـــد أن تعريض النيماتودا لبعض المواد مثـــل Maleic hydrazide وهـــو أحد منظمات النمو فى النبات يؤدى إلى تحول نسبة كبيرة من اليرقات إلـــى ذكـــور. كما أن الرش بمادة Morphactin وهو أيضاً مادة منظمة للنمو يعطى نتائج مشـــابهة للمادة السابقة.

- طبيعة المقاومة لنيماتودا التعقد الجذري :

The nature of Resistance to *Meloidogyne incognita:*

حتى يمكن تقييم استجابة النبات للإصابة النيماتودية هناك شيئين يجب أن يؤخذا في الاعتبار والقياس:

1- تكاثر النيماتودا Nematode reproduction.

2- التلف الحادث نتيجة الإصابة Damage caused by nematodes.

وكفاءة العائل عادة لا ترتبط بالتلف والنسب المنخفضة من التلف نتيجة الإصابة قد ترجع إلى مستوى عال من المقاومة في العائل أو مستوى منخفض من القدرة التطفلية للنيماتودا.

ما يسمى بـ غير عائل non-host، أو عائل غير كفء non-efficient host حيث Pf/Pi<1، عائل كفء efficient host حيث Pf/Pi>1 تبدو في حالة تكاثر النيماتودا عليه وحساب أرقامها.

وعند حساب الـ Two parameters تصبح المصطلحات المستخدمة في استجابة النباتات للإصابة **كالتالي:**

1- **Immune**: يصبح غير عائل ولا يوجد تلف non-host, no damage.

2- **Resistant**: غير كفؤ والعائل يعاني ولا يوجد تلف non-efficient host that suffers no damage.

3- **Tolerant**: متحمل: عائل كفء ويعاني بدون تلف efficient host that suffers no damage.

4- **Susceptible**: قابل للإصابة كفؤ أو غير كفؤ ويعاني في وجود تلف واضح Efficient or non-efficient host that suffers damage.

بعض المصطلحات لبيان أنواع استجابة النبات للإصابة :

1-غير عائل Non-host:

نباتات لها صفة المقاومة قبل الإصابة Pre-infectional .

2- منيع Immune:

نباتات قادرة على منع العدوى بدون إظهار علامات مرضية No disease expression.

3- مقاوم Resistant:

نباتات لا تستطيع منع دخول النيماتودا ولكنها قادرة على منع وتحديد أو تأخير تطوير النيماتودا أو نباتات تمنع اختراق النيماتودا.

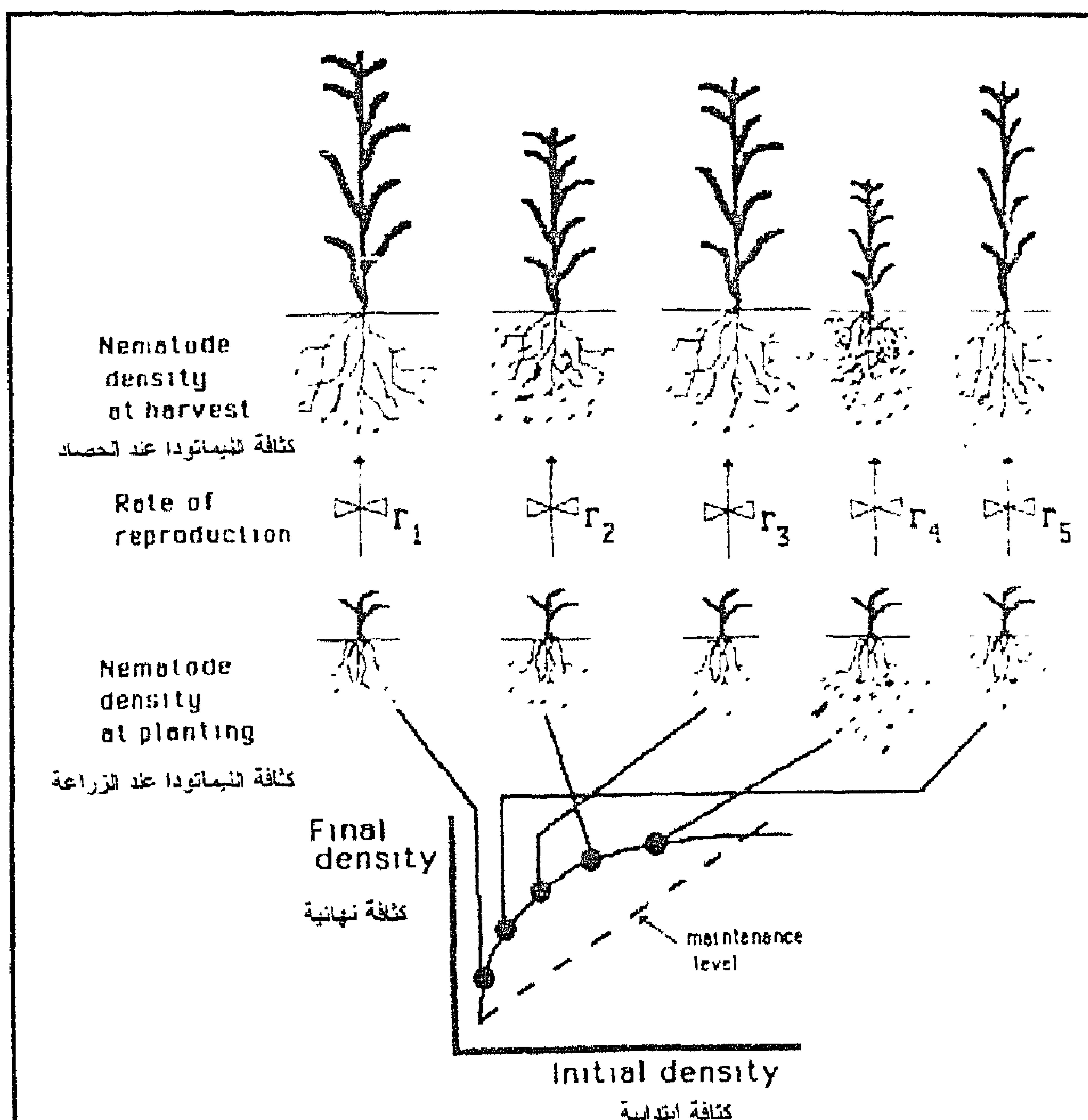
4- متحمل Tolerant:

نباتات تعيش Survive وتعطي محصول جيد عند مستوى عدوى يسبب خسائر اقتصادية لأصناف من نفس النوع. وكفاءة العائل تقاس بمقياس العقد الجذرية وعدد أكياس البيض، وعدد الإناث لكل جرام جذر وعدد البيض لكل جم جذر أو مقياس التكاثر Index of reproduction. (عدد البيض المتطور فى الأصناف المقاومة كنسبة على المتطور فى الأصناف القابلة للإصابة).

وعند حساب تلك المقاييس فإنه يجب أن نلاحظ أنه يجب حساب العقد النيماتودية وأكياس البيض بعد 50 يوم من الإصابة وألا سوف تكون النتائج غير حقيقية.

ومقياس العقد النيماتودية Gall index يكون مفيدا فى التجارب ذات الصفة العامة والغير دقيقة.

ويقاس التلف الناشئ من النيماتودا بحساب كثافة النيماتودا الابتدائية Initial population ونسبتها إلى النمو النباتي والمحصول فى المحاصيل annual crops العادية (خضر - فاكهة) (شكل 9).



رسم توضيحى يبين العلاقة بين الكثافة العددية للنيماتودا على المجموع الجذرى وبين معدل تكاثر النيماتودا. لاحظ أنه بازدياد الكثافة العددية للنيماتودا تقل القدرة التكاثرية لإناث النيماتودا وزيادة التلف الحادث على النبات المصاب.

شكل رقم (9)

- (تعريف) Minimal density أقل كثافة عددية تسبب انخفاض ملحوظ فى نمو النبات تسمى Damage threshold density.

- **(تعريف)** Economic t**hreshold** أقل كثافة عددية تسبب فقد أو خسارة اقتصادية **وتختلف** Threshold den**sity** باختلاف نوع النيماتودا، والسلالة، صنف النبات والظروف البيئية.

وكأمثلة لبعض Damage threshold densities فى حالة *M.incognita* 3000-81000 eggs/plant بيضة/نبات فى فول الصويا ومثال آخر 5-10 بيضة/جم تربة للبطاطس ويجب الأخذ فى الاعتبار العائل والطفيل وتكاثر النيماتودا والسلوك العام لهما عند وضع المصطلحات السابقة من جديد كالتالى:

1- **مقاوم Resistant** (عائل غير كفؤ لا يعانى إحصائياً من تلف معنوى).

2- **محتمل Tolerant** (عائل كفؤ لا يعانى إحصائياً من تلف معنوى).

3- **قابل للإصابة Susceptible** (عائل كفؤ يعانى من تلف إحصائى معنوى) وعند تعريف الـــ Hyper susceptible قابل للإصابة جداً بدلاً من أن يقال intolerant يمكن التعبير عنه عائل غير كفؤ يعانى إحصائياً من تلف معنوى.

4- **كفء Sensitivity** يعبر عن القابلية لإظهار أعراض مرضية قوية.

5- **شديد الحساسية Hyper sensitivity** يعبر عنه بعدم التوافق سريعاً وبشدة بين العائل والطفيل ويقاس عند مستوى الخلايا والأنسجة ويرتبط بالقابلية للإصابة والمقاومة.

وعند قياس استجابة النبات عند مستوى الخلايا والأنسجة ولا تقاس النيماتودا وتكاثرها وكذلك التلف يصبح المصطلح متوافق أو غير متوافق Compatible or incompatible.

- (طبيعة الاستجابة الغير متوافقة لنيماتودا التعقد الجذرى) :

The nature of incompatible response to *M.incognita:*

بين أصناف النبات الواحد يكون مصطلح عدم التوافق فى الاستجابة للإصابة مختلفاً كمياً ونوعاً.

وعدم التوافق يتضح فى منطقة الريزوسفير عن طريق إفرازات الجذور السامة أو عن طريق التأثير على فقس البيض أو إنجذاب واختراق اليرقات للجذور.

وفى بعض الاستجابات الغير متوافقة قد لا تستطيع اليرقات الاختراق أو الاختراق لفترة قليلة فى إعداد قليلة. وإذا اخترقت النيماتودا الجذور تحدث بعض الظواهر من عدم التوافق مع الطفيل.

ومن تلك الظواهر هو ما يحدث حول مقدمة جسم النيماتودا الساكنة الداخلية (24 ساعة بعد الدخول) وفيه تموت الخلايا حول النيماتودا مع موت اليرقات بدون تطور (تكوين قرح necrosis).

فى بعض الأصناف لا تتكون عقد نيماتودية أو تتكون عقد صغيرة الحجم غير واضحة وفى إعداد قليلة جداً. ولا يعنى وجود عقد أن النيماتودا ناجحة تطفلياً أو تطورياً فبعض هذه العقد تحتوى على أجزاء نيماتودية والبعض الآخر لا يحتوى بالمرة على أى أثر لليرقات حيث تتحلل وتختفى نهائياً.

وليس دائماً أن عدم التوافق يتضح فى صورة شدة حساسية الخلايا للطفيل Hypersensitivity حيث يمكن أن تتواجد النيماتودا فى صورة منضغطة وموازية للجهاز الوعائى وصغيرة الحجم وبدون بيض أو بيض قليل جداً. وتتكمش الخلايا العملاقة بدرجة كبيرة تاركة فراغات كبيرة داخل الجذر.

والاستجابات فى الأصناف غير المتوافقة يمكن أن تعطى فكرة واضحة لاختبار الأصناف المصابة للمقاومة.

أفرازات الجذور الكيماوية Phytoalexins هى المواد المفرزة من النبات لمقاومة النيماتودا كوسيلة دفاعية داخلية. وهى ذات أوزان جزيئية منخفضة مضادة للميكروبات وتتكون داخل النبات بعد تعرضه للمهاجمة بالميكروبات. وتكوين هذه الموات يعتبر مرحلة أولى من مراحل المقاومة ضد النيماتودا ويمكن أيضاً نتيجة الضغوط الحيوية فى الوسط البيئى ولها Potent antimicrobial activity.

وبلغ عدد هذه المواد المعزولة 102 من البقوليات Leguminosae، 25 من الباذنجانيات Solanaceae، 46 من عائلات أخرى.

وتنتمى هذه المركبات الكيماوية إلى العديد من المركبات منها :
Isoflavanoids, Polyacetylenes, Terpenoids and steroids :

وتتميز الكثير من النباتات المقاومة بتوافر مواد معينة قد تكون مسئولة عن المقاومة وتتكون بعد الإصابة بالنيماتودا مثل Glycollin ومادة مثل glyceollin معروفة بأنها تثبط استخدام الأوكسجين بواسطة Oxygen uptake. لليرقات ذات العمر اليرقى الثانى لنيماتودا التعقد الجذرى.

وفى بعض الأحيان inhibit electron transport، وفى حالة تعرض فول الصويا للإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى وظهور مادة glyceollin حيث تلعب دوراً فى ظاهرة المقاومة **بسبب:**

1- ينتج هذا المركب بكميات كبيرة فى العوائل المقاومة للإصابة.

2- هذه المادة وجد أنها تتراكم فى مناطق التغذية Feeding sites.

3- تتكون هذه المادة فى حالة النيماتودا فقط الحساسة للفيتوالكسين.

ولقد تم تحديد مواد أخرى فى نباتات القطن التى تتعرض للإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى مثل Methoxy gossypol and methoxyhemigossypol.

– الاستجابة عالية الحساسية HR (Hypersensitive Reaction):

يعتبر مفهوم زيادة الحساسية ويعرف بأنه تفاعل يتميز بموت سريع لخلايا النباتات المصابة نتيجة الإصابة وهجوم الكائنات الممرضة ويتكون نتيجة لذلك مناطق متقرحة أو قرح necrosis وهى مناطق تحيط بالكائن المرضى وتسبب عدم تطوره أو تمنعه نهائياً حتى الموت.

ويظهر HR عندما يهاجم مسبب مرضى عائلاً غير متوافق معه أو مقاوم ويسمى ذلك ميكانيكية دفاع أو ميكانزم أو طرق دفاعية. ويعتبر تكون هذه التقرحات دلالة على المقاومة فى النباتات للنيماتودا. ولا تظهر هذه التقرحات فى الأصناف القابلة للإصابة

التى تتطور فيها النيماتودا وتكمل دورة حياتها وتكون عقد نيماتودية. أما فى الأصناف المقاومة فلقد سجل 88% من نسبة النباتات تكوين مناطق متقرحة بينما نجد نسبة 4% اكملت دورة حياتها.

وقد تحاط مناطق التقرحات بتكوين نسبة عالية من الكالوس Callose الذى يعتبر حاجزا داخل أنسجة الجذر غير قابلة للتحلل.

- تنشيط التنفس المقاوم للسياتيد:

Activation of Cyanide- Resistant Respiration:

حوالى 95% من الأوكسجين المستخدم فى النباتات الراقية يستهلك من خلال نشاط الانزيم Cytochrome oxidases الذى يكون حساساً لمادة السيانيد Cyanide، 5% الباقية تستخدم بواسطة الانزيم azcorbate oxidase، Phyphenal oxidase وهو مقاوم للسيانيد Cyanid resistant.

نتيجـــة للإصـــابة بالنيمـــاتوا واخـــتراق النيماتـــودا ينشـــط رد الفـــعل المقاوم - Cyanide resistant respiration.

ولقد أظهر العديد من البحاث أن cyanide-resistant respiration يكون متضمنا فى المقاومة للنيماتودا التعقدية عند تعرض الأنسجة المصابة بنيماتودا التعقد الجذرى لحمض الأسكوربيك Ascorbic acid وجد أن اعدادها تنخفض بشدة.

وعندما يتم تثبيط تخليق حمض الأسكوربيك فى النبات بإحدى المثبطات مثل Lycorine تزداد إعداد النيماتودا، وتزداد المقاومة بوجود الـــ Ascorbic acid من خلال زيادة تخليق Hydroxyproline- containing proteins وتنشيط Cyanid- respiration.

وعموماً يمكن أن يقال الـــ Cyanide- resistant respiration is involved in bio synthesis of phytoalexins.

تحتوى الأصناف المقاومة على تركيزات عالية من hydroxyproline التى تتداخل مع IAA الذى يحدث تمدد وزيادة خلايا النبات extension of plant cells ويقلل مطاطية جدر الخلايا ويثبط الخلايا العملاقة وبالتالى يمنع نمو وتطور النيماتودا.

- الاتصال الفيرمونى فى النيماتودا :

Pheromone Communication in Nematodes:

الفيرمونات هى كيماويات أو مركبات كيميائية تفرز عن طريق أو بواسطة نوع لتظهر وتبين بعض الاستجابات الفسيولوجية والسلوكية فى أفراد أخرى من نفس النوع والتدخل أو أحداث الخلل فى بعض الإشارات الكيميائية يحدث نوعا مقبولاً من طرق مكافحة هذه الأنواع وتلعب الفيرومونات دوراً فى عمليات الجماع والاتصال بين الأجناس.

- إنتاج الفيرومونات Pheromone production:

لاتوجد نماذج عامة أو قواعد عامة لإنتاج الفيرمونات للتأثير على الجنس المعاكس فى النيماتودا ويفرز كلا الجنسين الذكر والأنثى فيرمونات معينة للتأثير على الجنس المعاكس. ويلعب عمر النيماتودا دوراً هاماً فى إنتاج الفيرمون (شكل 10).

وأحداث خلل أو تثبيط للفيرمونات باستخدام مواد معينة أمر معروف وقد يفرز الفيرمون من خلال الجسم أو أكياس البيض فى النيماتودا.

ويمكن أن يحدث خلل فى إفراز الفيرمون عن طريق عدة عوامل: الحرارة تؤثر فى نشاط الفيرمونات فى نيماتودا الحويصلات وكذلك بعض مدخنات التربة مثل methyl bromide كذلك التهوية وشدة الإضاءة قد لا تحدث تأثير فى بعض الإصابة. وإفراز الفيرمونات يكون فى درجة حرارة 25-30°م، ph 6.

- انتشار وانسياب الفيرمونات Pheromone Diffusion and flow:

بعد انبعاث الفيرمونات من الإناث يجب على المادة الكيميائية أن تنتشر وتنتقل قبل أحداث التأثير فى الذكور ويمكن للفيرمونات أن تنتشر 5مم فى 15 دقيقة عند درجة حرارة 20°م.

- الاستجابة للفيرمونات واستقبالها **Pheromone Responce, Reception:**

تستجيب ذكور النيماتودا لفيرمونات الإناث فى نيماتودا الحويصلات بعد خروجها بعدة أيام من العائل. واستجابة الذكور لهذه الفيرومونات هى استجابة حركية Locomotory (شكل 10) .



انجذاب ذكر نيماتودا الحويصلات إلى إناث النيماتودا نتيجة الفيرمونات الجنسية واستقبالها عن طريق الأمفيدز (أعضاء الحس الكيماوى).
شكل رقم (10)

وبارتفاع تركيز الفيرمونات تزداد الحركة من الذكور والاستجابة. وباستجابة الذكور يحدث تغيير فى أوضاع شوكتا الجماع ورفع الذيل لأعلى. وقد يحتوى الفيرمون على عدة مكونات ينتج عنها بالتالى عدة استجابات وسلوكيات. وارتفاع

درجة الحرارة فى الوسط تزيد من انخفاض النشاط البيولوجى أو استجابة الذكور لفيرمونات الإناث.

نظام الاستجابة وزمن الاستجابة يتغيران بتغيير عوامل معينة. عند تأثير الفيرمون على العديد من الأنواع يمكن أن يستخدم ذلك فى مكافحة النيماتودا. وعموماً فإن التدخل فى إنتاج الفيرومونات ومنع استمرار سريانها ومنع الاتصال بين الأجناس المختلفة يمكن أن يؤدى إلى طريقة جديدة من المكافحة الحيوية وذلك لتعطيل عملية التكاثر. ويمكن إضافة المواد التى تؤثر على الفيرمونات على هيئة كبسولات فى البيئة كإضافات غذائية أو حتى مخصبات للتربة.

ويمكن أحداث الخلل عن طريق عدم تنشيط أو تثبيط الانزيمات الضرورية فى إنتاج وتخليق الفيرومونات.

- تأثير العائل على فقس بيض النيماتودا المتطفلة نباتيا :

Host-induced hatching of phytoparasitic nematode eggs :

العديد من النيماتودا المتطفلة نباتياً تفقس عند تكوين الطور اليرقى الأول فى داخل البويضة أو بعد حدوث انسلاخ واحد داخل البيض. وبعض البيض يمكنه الفقس بحرية فى الماء بدون الحاجة إلى إفرازات جذرية لتشجيعه.

ويمكن للفقس أن يتأخر فى حالة معاكسة الظروف البيئية من حرارة ورطوبة وتوفر الأكسوجين. والظروف المثالية للفقس هى نفسها المثالية لحركة النيماتودا فى التربة وغزوها لجذور النباتات وهى عملية التوافق بين الفقس مع تحديد مكان العائل.

وعموماً فإن الإفرازات الجذرية لا تؤثر على الفقس ولا تحتاجها العملية بالرغم من أنها قد تزيد من انطلاق اليرقات من البيض والتكامل فى العلاقة بين العائل والطفيل لاختراق نيماتودى ناجح تبدو جلية فى نيماتودا الحويصلات Heteroderidae كما فى *Heterodera* التى يمكنه أن تفقس حويصلاتها فى الماء ولكن النسبة تزيد فى وجود إفرازات جذرية أما فى *Globodera rostochiensis* فإنها تحتاج إلى إفرازات جذرية للفقس بصورة حقيقية.

وعامة فإن البيض يمكنه الفقس بصورة مستديمة فى الماء وقد يحتاج الى منبه فى حالة نيماتودا الحويصلات وذلك خلال الموسم الإنتاجى.

والاستجابة لإفرازات الجذور تختلف فى حالتى نيماتودا الحويصلات وفى حالة أكياس البيض الأخرى. وفي حالة الحويصلات فإنها تفقس سريعاً فى وجود افراز جذرى من العائل المتخصص.

- أهمية قشرة البيضة Importance of the egg shell:

الخطوة الابتدائية فى عملية الفقس هو التغيير فى نفاذية قشرة البيضة الذى يتحكم فيه انزيمات معينة فى الأنواع النيماتودية *H.glycines* و *M. javanica* تنتج منبهات الفقس وتطلق من تخليق انزيمات الفقس فى الغدد التحت بطنية للمرئ والتى تسبب تحلل قشرة البويضة وبالذات طبقة الدهون. هذه المنبهات تستقبل فى hemizonid وتعمل كمستقبلات receptors في *G. rostochiensis* ثلاث غدد بلعومية تنشط بعد تنشيطها بافرازات جذرية من البطاطس وتؤثر على الفقس.

وتتــوقف نفــاذية قشـــرة البيــض عـــلى وجـــود طبقة دهـــنية فـــى *H.glycines, G. rostochiensis, H. schachtii*. ويمكن أحداث تلف لمنطقة الدهون عن طريق انزيمات تفرز من الفطريات مثل Lipases تسبب هضم قشرة البويضة. ويمكن حدوث تغيير فى أغشية البويضة، وتلعب الكاتيونات دوراً فى عملية الفقس.

- التغيرات فى نفاذية قشرة البيضة Egg-shell permeability change:

يحدث تغيير فى نفاذية قشرة البيضة سواء كانت القشرة صلبة أو مرنة. ويزداد الضغط الداخلى فى البويضة مما يؤدى إلى زيادة حجمها ويعقبه حركة الرمح فى قشرة البويضة Stylet puncture وفى *M.javanica* يحدث فتحة فى قشرة البويضة نتيجة حركة الرمح يخرج منها الطور اليرقى وقد تزداد محتوى اليرقة من الماء قبل وأثناء عملية الفقس. وأثناء عملية الفقس أو مثلها تتحول القشرة من حالة نصف نفاذية إلى نفاذية كاملة.

وتحدث اختلافات فى الضغط الأسموزى Osmaotic pressure داخل البويضة وكذلك ضغط Turger pressure أى ضغط الانتفاخ داخل اليرقات أثناء عملية الفقس وقبلها.

وقبل فقس بيض *G.rostochiensis* يزداد استخدام الدهون فى اليرقات غير الفاقسة وزيادة محتوى الماء فى اليرقات وزيادة استهلاك الأوكسجين مما يؤدى إلى زيادة حركة اليرقات داخل الحويصلة. ويرجع ذلك كله إلى تأثير الإفرازات الجذرية للبطاطس PRD حيث تشجع حركة وهجرة النيماتودا.

فى البيض قبل الفقس تتحكم فى عملية الفقس الـ Osmotic stress من ماء البيضة أو سائل البيض egg fluid، حركة الرمح Stylet thrusts تسبب تثقب قشرة البيضة الصلبة وتكون هذه الثقوب متقاربة لأحداث شق فى جدار البويضة.

وبالضغط الناشئ من اليرقة على جوانب القشرة يزداد الشق اتساعا حتى يتم الفقس. وفى بعض الحالات لا يلعب الرمح دوراً فى الفقس وتخرج اليرقة بذيلها أولاً.

- عوامل الفقس Hatching agents:

فى حالة الإفرازات الجذرية للبطاطس PRD وجد أنها تحتوى على 4-6 عوامل (أحماض عضوية) والتعرف على ذلك بواسطة (HPLC). High performance liquid chromatography وتسمى Hatching factors عوامل الفقس ويمكن تخليق مشابهات لهذه المواد تسمى Formulating analogues حيث يمكن استخدامها فى أحداث فقس للبيض فى غياب نباتات العائل حيث تسبب بدء سلسلة مراحل الفقس Trigger hatching sequence.

وقد تبقى الإفرازات الجذرية فى التربة بعد إزالة العائل وجذوره (100 يوم فى بعض الحالات). ووجد أن عملية خلط التربة بعد إزالة العائل تؤدى إلى تقليل نسبة الفقس إلى 25%.

- عوامل فسيولوجية Physiological factors:

هناك الكثير من العوامل الفسيولوجية التى تؤثر على اليرقات التى يمكن أن تتأقلم مع درجات حرارة منخفضة عن غيرها من النيماتودا والبعض يتأقلم للفقس على درجات حرارة أقل من العادية والبعض من البيض يستطيع أن يستخدم الدهون المحفوظة بصورة سريعة أثناء عملية الفقس. وقد يأخذ الفقس فترة طويلة فى الطبيعة لكى يفقس وهذا يفسر عدم تأثره بالمبيدات التى تفقد كفاءتها بعد فترة معينة. والفقس المتأخر للأفراد يقلل محتوى الدهون داخل البيض وبالتالى يقلل من قدرتها على أحداث الإصابة بالمقارنة باليرقات التى تخرج سريعاً بعد تعرضها لمشجع من إفراز الجذور (*H.rostochiensis*).

- الاستنتاج Conclusion:

- يمكن الاستفادة من هذا الموضوع فى:

1- يمكن التوصل إلى منع فقس البيض- أو أحداث الفقس فى وقت عدم وجود العائل.

2- يمكن التحكم فى نفاذية قشرة البيض وتعديلها يؤدى إلى ثورة فى طريق المكافحة.

3- دراسة كيميائية ومحتوى إفراز الجذور يؤدى إلى تطوير استراتيجيات المكافحة وهى بيئياً مقبولة عن المكافحة الكيميائية.

- مستقبلات الحس والتعرف فى النيماتودا :

Receptors and Recognition in Nematodes:

حيث أن النيماتودا تفتقر إلى وجود عيون يجب عليها أن تتلمس طريقها وتتصل مع الآخرين من بقية الكائنات فى التربة خلال الإشارات الكيميائية. وفى بعض النيماتودا خاصة البحرية يوجد زوج من الصبغات على هيئة بقع تلعب كمستقبلات ضوئية photoreceptors حيث تستجيب للضوء المرئى.

ولكى تستطيع النيماتودا تحديد أماكن الغذاء والذكور فى البيئة يجب على النيماتودا أن تتعرف وتستجيب لإشارات كيماوية معينة ويجب أن يكون هناك مستقبل ليستقبل تلك الإشارات وبعد عدة خطوات تحول النيماتودا هذه الإشارات إلى استجابات بيئية وتوجد هذه المستقبلات عادة فى الجزء الأمامى وتسمى Mechanoreceptors (شكل 11).

والتركيبات الحسية التى تقع فى الجزء الخلفى للذكور قد تلعب دورا فى السلوك الجنسى وكلمة تعرف Recognition تتضمن تفاعل تلامس على مستوى جزيئى بالإضافة على ميكانزم متضمنا فى Chemotaxis.

- **التعـرف Recognition (chemotaxis):**

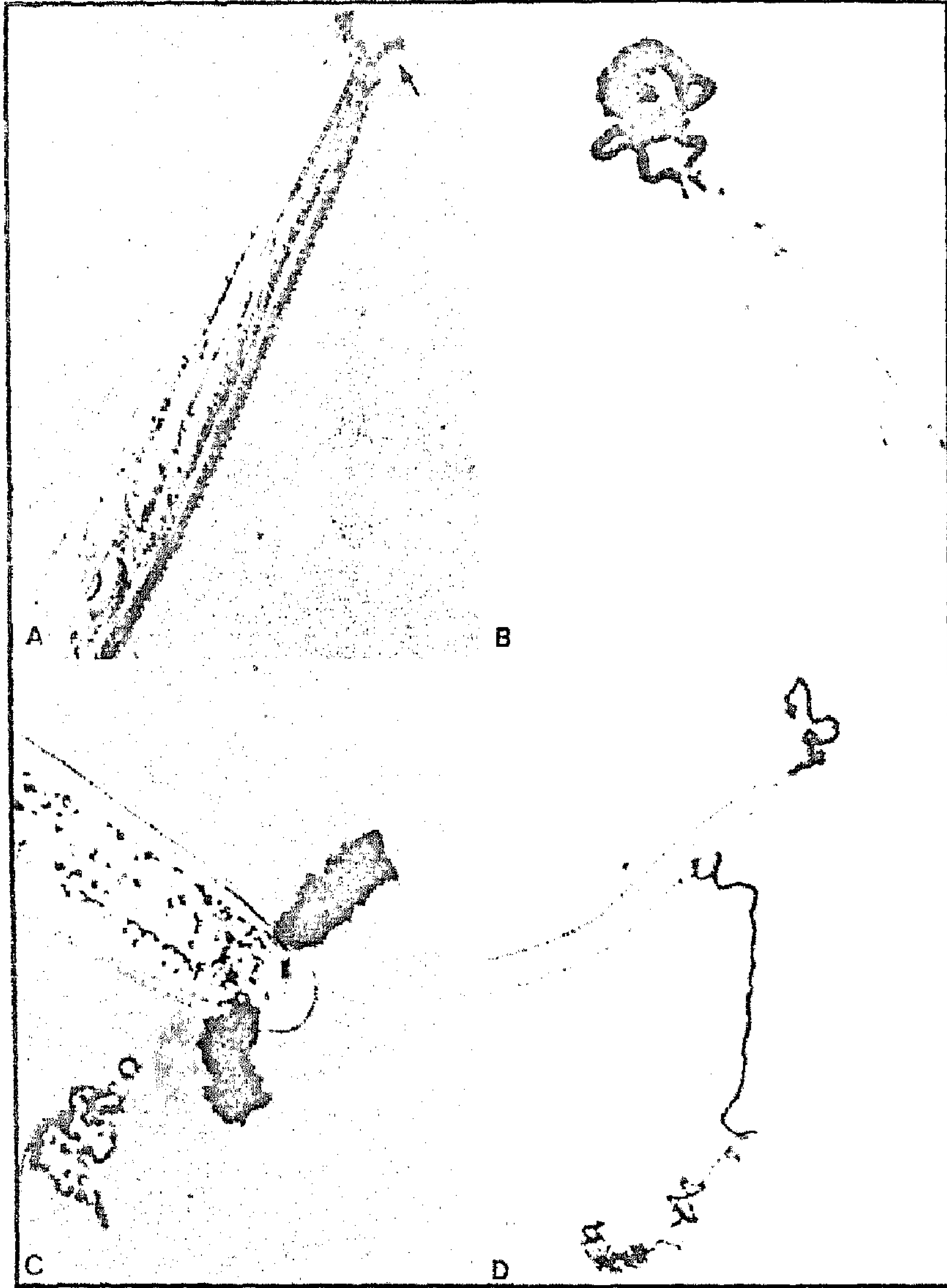
وتستجيب النيماتودا للهرمونات ومصادر الغذاء وبعض الإشارات الكيميائية مثل الأيونات. ومن المعروف أن النيماتودا تستطيع تجنب أعدائها مثل الفطريات المتغذية على النيماتودا Nematopahgous fungi.

وتستجيب الإناث للفيرمونات الجنسية المنطلقة من الذكور كذلك تستجيب الذكور للإناث فى أحيان كثيرة. وتنجذب النيماتودا إلى عائلها المميز والمخصص فى خلال رحلة البحث عن الغذاء وذلك من خلال أفرازات الأمفيدز والفازميدز (شكل 11).

فى عالم الفطريات: الفطريات الإجبارية الداخلية التطفل تظهر أعلى قابلية لجذب النيماتودا بينما أقلها جذبا هى الفطريات المفترسة أو البكتريا للأنواع الداخلية التطفل تزيد القدرة الخاصة للفطريات على جذب النيماتودا..

- **الالتصـاق Adhesion:**

النوع الثانى من التعرف هو الاستجابة التى تظهر عند تلامس بين كائنين أو أكثر وهو تعارف فيزيائى Physical مادى جسمى. وقد يكون فى بعض الأحيان كيميائى مثل Lectin-Carbohydrate, recognition وذلك بين النيماتودا والفطريات المتغذية على النيماتودا.



صبغ للإفرازات الأمفيدية والفازميدية فى النيماتودا المتطفلة نباتياً.

A- صبغ للافرازات الأمفيدية للنيماتودا ***Belonolaimus longicaudatus***

B- صبغ للإفرازات الأمفيدية من الأطوار اليرقية الثانية للنيماتودا ***Meloidogyne incognita***

C- صبغ للإفرازات الفازميديه للنيماتودا ***S.brachyurum***

D- صبغ للإفرازات الأمفيدية والاخراجية للنيماتودا ***M.incognita***

شكل رقم (11)

فى الفطريات المفترسة، الداخلية التطفل تستخدم مصائدها وجراثيمها لتمسك وتصيب النيماتودا، والتراكيب المعدية (مصائد – جراثيم) تغطى عادة بمادة لاصقة لمسك النيماتودا ويرجع ذلك لوجود lectin فى المصائد أو الكونيديا ويرتبط ذلك بنوع خاص من الكربوهيدرات على سطح النيماتودا وهذا التعرف المبكر قد يشجع حدوث الأحداث التالية والخطوات التالية من نمو أنبوبة الإنبات وإنتاج الانزيمات يؤدى إلى اختراق الأنبوبة لجسم النيماتودا وهضم محتوياتها.

ولقد سجل وجود lectin على التركيب المستخدمة فى جذب الفريسة والتغذى عليها فى الفطريات *Arthrobotrys spp., Dactylaria candida and Meria coniospora*.

- **المستقبلات Receptors:**

1- مستقبلات كيميائية Chemoreceptors.

2- مستقبلات سطحية Surface receptors.

مستقبلات الحس الكيماوى Chemoreceptors: تركيبات لاستقبال مؤثرات كيميائية وهى الأمفيدز amphids، الحلمات الشفوية الداخلية Inner labil papillae. وهى ذات اتصال عصبى. ويمكن إفساد الـ Chemotaxis باستخدام أنزيمات معينة أو مركبات معينة يمكن أن تقلل الـ Chemo attraction وقد تلعب السكريات دورا هاماً فى استقبال الجاذبات الكيميائية.

- **المستقبلات السطحية Surface receptors:**

المستقبلات على جميع سطح كيوتيكل النيماتودا (سكريات) وبالذات على رأس وذيل النيماتودا مثل وجود Sialic acid residues فى منطقة الرأس والذيل.

زيادة المعلومات عن تعرف النيماتودا لبقية الكائنات تؤدى إلى تطوير طرق جديدة لمكافحة النيماتودا وعملية انجذاب النيماتودا لعوائلها أو أجناسها المختلفة عن طريق طرق كيميائية.

التأثير على المادة الجاذبة - تلف ووقف إنتاج المادة الجاذبة - عمل مصائد للنيماتودا مثل المصائد الفرمونية يؤدى إلى تقليل الاستجابة للمادة الكيميائية. زيادة معلومات Nematode surface recepters قد يؤدى إلى تطوير طرق للتداخل مع التعرف النيماتودى بالملامسة Nematode contact Recognition.

- الاستجابة الحسية فى النيماتودا Sensory Responses of Nematodes:

تستجيب النيماتودا لمكونات عناصر البيئة المختلفة مثل الكيماويات، المحفزات الميكانيكية، الضوء، الحرارة، وربما الجاذبية والتيار الكهربائى، وهذه الحساسية فى الاستجابة تمكن أو قد تمكن النيماتودا فى تحديد العوائل والجذور المفضلة لديها.

ومن المعروف أن البيئة السائلة المحيطة بالنيماتودا تتضمن جزيئات من الكيماويات التى تنبه وتجذب أو تبعد النيماتودا من مصدر التنبيه. ومن المعروف أيضاً أن الجذور النباتية تخلق جزيئات وتطلق جزيئات فى الوسط المحيط بها مثل الجزيئات الناتجة من عمليات التمثيل الغذائى والأنشطة البيولوجية كما إن الكائنات الدقيقة المحيطة بالجذور تقوم أيضاً بافراز مواد وجزيئات كيميائية نتيجة أنشطتها المختلفة تقوم بالتفاعل مع العناصر التربة المختلفة مثل إنتاج ثانى أكسيد الكربون، الأحماض الأمينية المختلفة وعلى ذلك فوجود، هذه الكيماويات تؤدى إلى أن النيماتودا تتعرف على جذور عوائلها Recognition وتستجيب لافرازاتها كذلك تلعب الإفرازات الكيماوية مثل الفيرمونات الجنسية Sex pheromone دوراً هاماً فى عملية تلاقى الذكور مع الإناث Mating.

وتلعب مستقبلات الحس الكيماوى Chemoreceptors دوراً هاماً فى هذه العمليات (Phasmids, Amphids) وهى أعضاء صغيرة فى مقدمة ومؤخرة الجسم متصلة بالنهايات العصبية كما توجد بعض الحلمات الحسية فى مقدمة الجسم Papillae وقد تلعب شوكتا الجماع فى الذكور دورا هاماً أيضاً فى تحديد الكيماويات فى الوسط ومستقبلات الحس الكيميائى تلعب دوراً أساسياً فى تحديد جذور العائل المناسب وتحديد أماكن اختراق النيماتودا للجذور وأماكن التغذية وكذلك أماكن الجماع وقد توجد بعض الأشواك الحسية على الجسم تلعب دوراً مساعدا فى ذلك Bristles, Setae.

- الأمـــراض المركـــبة Disease Complexs:

- العلاقة بين النيماتودا والفطريات والبكتيريا المرضة للنبات:

Nematode interactions with fungal and Bacterial Plant pathogens :

الكثير من النتائج فى هذا المجال متناقضة والكثير من الأبحاث أثبتت أن العلاقة المشجعة Synergistic عادية وموجودة وبالتالى تؤثر على صحة النبات سلبياً.

وتظهر علاقة النيماتودا بمسببات أمراض النبات الفطرية والبكتيرية أكثر وضوحاً فى حالة تضمنها للنيماتودا من جنس *Meloidogyne* على القطن، والطماطم والدخان مع فطريات الذبول من جنس *Fusarium* Spp. والتأثير المشترك للنيماتودا والفطر أما أن يكون *Synergistic* أو additive ويتوقف ذلك على مستويات العدوى الابتدائية والصنف النباتى كذلك Root rhizosphere biotic or a biotic factors (العوامل الحيوية والغير حيوية).

- تعريفات Terminology:

التفاعل Interaction: يعنى العلاقة المشتركة المتبادلة بين اثنين أو أكثر من العوامل الداخلة فى الأمراض النباتية، Synergism and antagonism.

ومن أهم البراهين لإثبات وجود التأثير المشجع لأحد الكائنات على الآخر فى القدرة المرضية هو الاختبارات الحقلية باستخدام مدخنات التربة. كذلك استخدام مبيدات النيماتودا الغير مدخنة يمكنها أظهار العلاقة بين النيماتودا وفطريات الذبول على القطن *Pratylenchus X Verticillium*. وتلعب الظروف البيئية دوراً هاما فى العلاقة بين النيماتودا ومسببات الأمراض الأخرى ومن هذه الظروف ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة، التغيرات فى مستويات الرطوبة من إغراق إلى جفاف وانخفاض شدة الإصابة مع وجود النباتات القابلة للإصابة. كذلك دور الظروف البيئية قبل الإصابة أو دورها بعد الإصابة له دور مهم فى هذه العلاقة.

كذلك تلعب عوامل التربة مثل Soil texture قوام التربة من رمل إلى طين ومن أرض خفيفة إلى أرض ثقيلة دوراً فى الإصابة بالأمراض المعقدة. حيث يسود Verticillium فى القطن فى الأراضي الثقيلة الطينية وليس الرملية حيث يسود جنس Fusarium.

- التهـيأة Predisposition:

من المعروف علمياً أن إصابة الجذور بالنيماتودا أولا يؤدى إلى زيادة الإصابة بالفطر، تغيير الإفرازات الجذرية بتأثير عمر النبات يمكن أن يغير من الظروف البيئية وبالتالى يؤثر على علاقة النيماتودا بمسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية.

وعموماً فإن التزامن بين النيماتودا والفطر فى أحداث أمراض مركبة ذو أهمية وسائد عن إصابة أحدهم بصورة تسبق الآخر وتؤثر على قابلية النبات للإصابة وتطور المرض.

الجـــزء الثانــى

الأمـــراض النيمـاتودية

الجـــزء الثـــانـــى

الأمـــراض النيمـــاتودية

– النيماتودا المتطفلة داخلياً – النيماتودا الساكنة – نيماتودا تعقد الجذور :
The root-knot nematodes, *Meloidogyne spp.* :

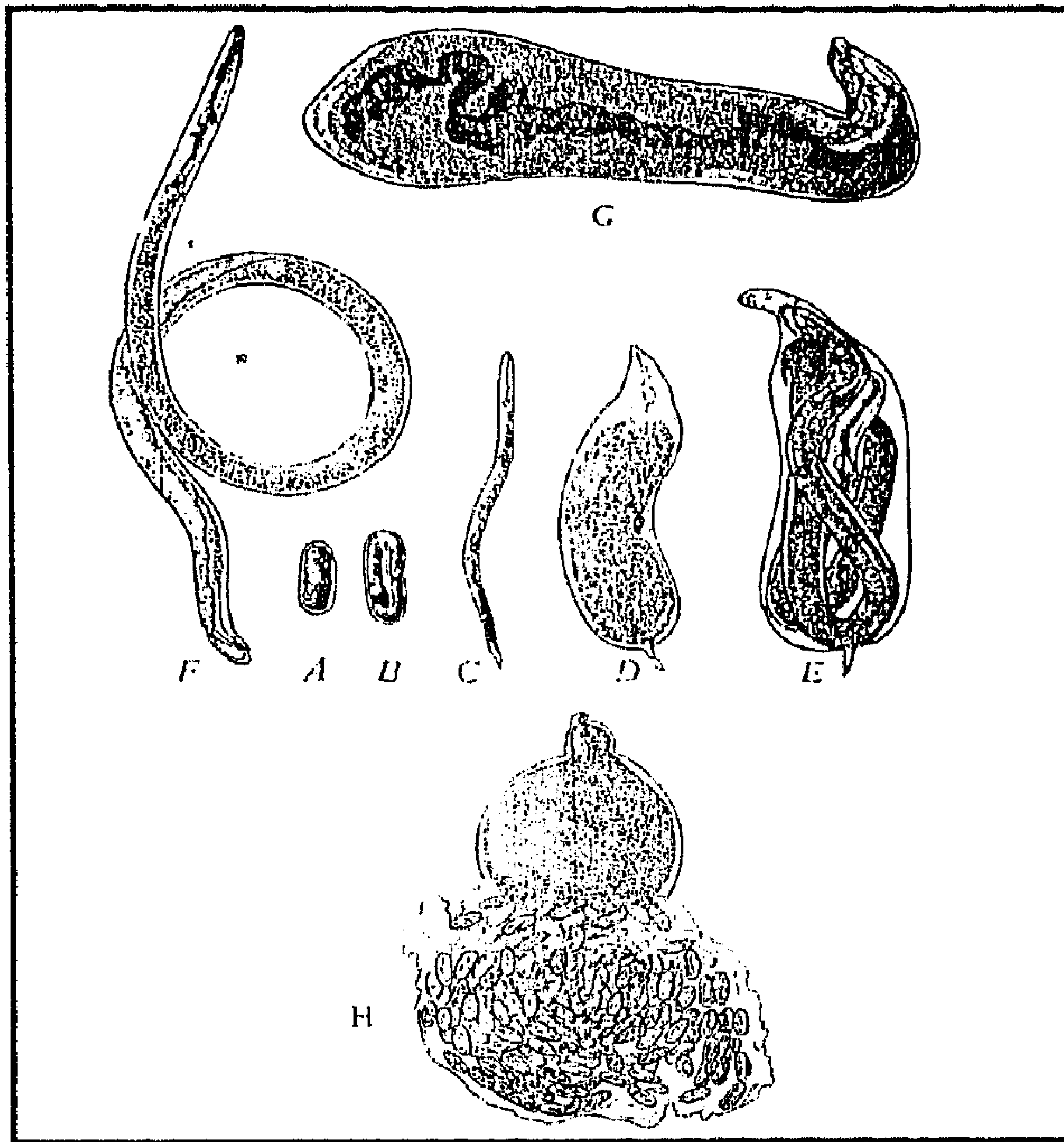
تعتبر نيماتودا تعقد الجذور من أكثر أجناس النيماتودا المتطفلة على النبات انتشاراً وأكثرها خطورة وتدميراً ومن الأسباب الرئيسية المحددة لنمو كثير من الخضراوات ومحاصيل الفاكهة فى جميع أنحاء العالم وبالأخص فى التربة الخفيفة والمستصلحة حديثاً ويعزى إليها الفشل فى كثير من الزراعات الاقتصادية.

وكمثال بسيط للحكم على مدى الخسارة الاقتصادية التى يمكن أن تسببها هذه النيماتودا ذلك المثال من الولايات المتحدة الأمريكية وخصوصاً فى زراعات الدخان Tobacco فى ولاية نورث كارولينا حيث سجل رسيما ما أنفقه المزارعون (زارعو الدخان) فى مكافحة هذه الآفة باستخدام الكيماويات حوالى 13.900.000 دولار كيماويات، 5.100.000 دولار تكاليف استعمال وتطبيق هذه المبيدات أى حوالى 19.000.000 مليون دولار وتبلغ حجم الخسارة فى المحصول حوالى 5% ويصل إلى 25%–50% بالنسبة للمزارع الصغير فى البلاد النامية الحديثة.

– دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور (والتطفل) Life cycle and Parasitism:

الطور اليرقى الثانى Second stage larvae هو الطور المتطفل الذى يخترق الجذور فى منطقة الاستطالة بالقرب أو فى منطقة Stele وبقية الجسم فى القشرة. ونتيجة الاختراق وافراز افرازات خاصة من غدد المرئ تتضخم عدد من الخلايا فى الأسطوانة الوعائية ويزداد انقسام الخلايا فى منطقة البريسيكل Pericycle يؤدى هذا إلى تكوين الخلايا العملاقة Giant cells أو Syncytia حيث تتضخم الخلايا والأنوية

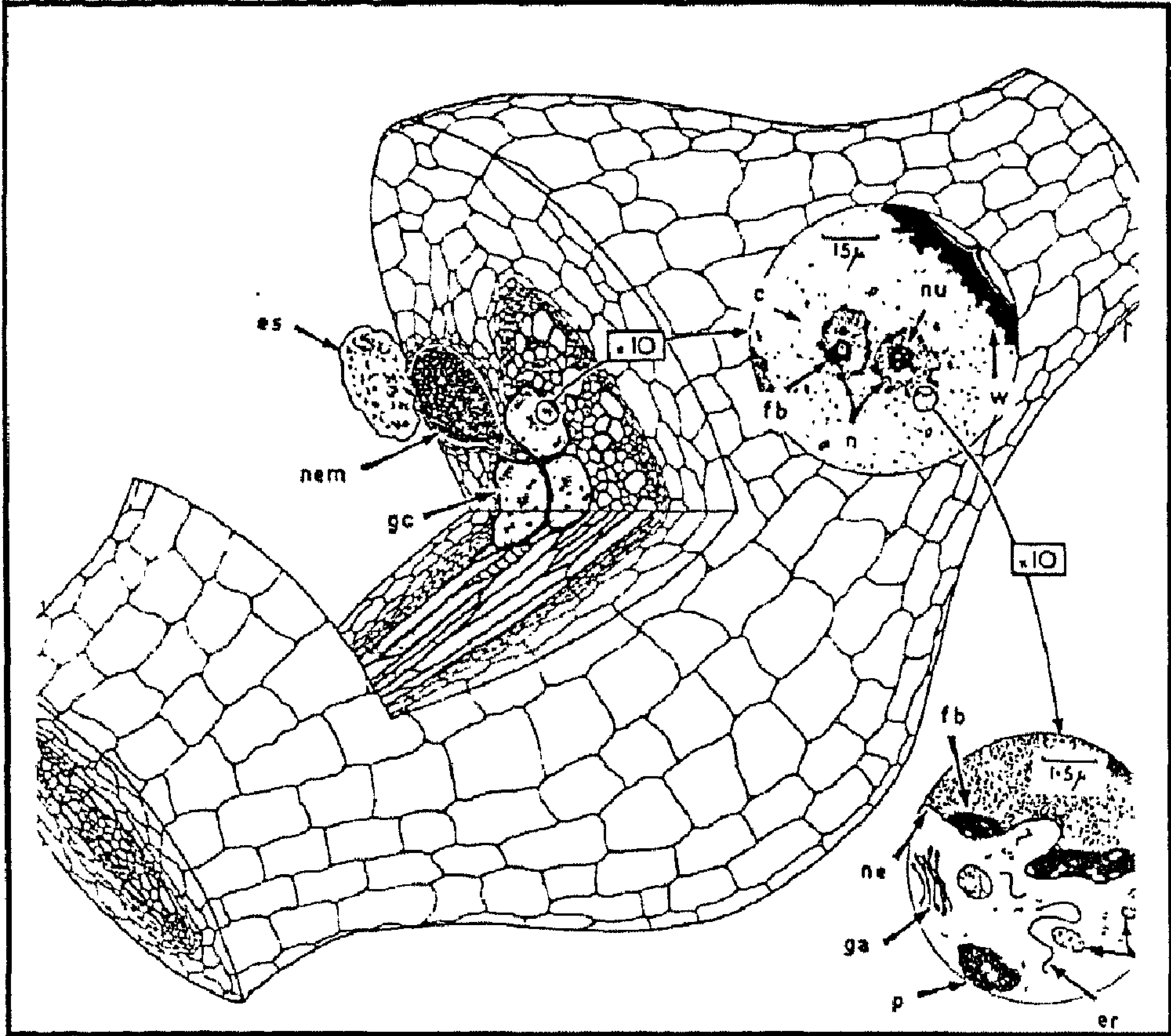
ويحدث تغييرات فى محتوى الخلايا يؤدى ذلك كله إلى انبعاج الجذر فيما تشبة الأورام تزداد فى الحجم بزيادة أعداد النيماتودا المخترقة للجذر وتكون ما يسمى بالــ Galls وأثناء تكون هذه الأورام تتغير أشكال اليرقات وحجمها وتطورها الجنسى حتى تتكون الأناث بشكلها الليمونى والكمثرى التى سرعان ما تضع كيس البيض الذى يحتوى على أعداد كبيرة منه تصل فى بعض الأحيان إلى عدة آلاف تفقس لتعيد دورة الحياة وتتطفل على النباتات من جديد وتسبب مرض تعقد الجذور المعروف. وعموماً فإن هذه النيماتودا متطفلة داخلياً وغير مهاجرة (شكل 12، 13، 14، 15).



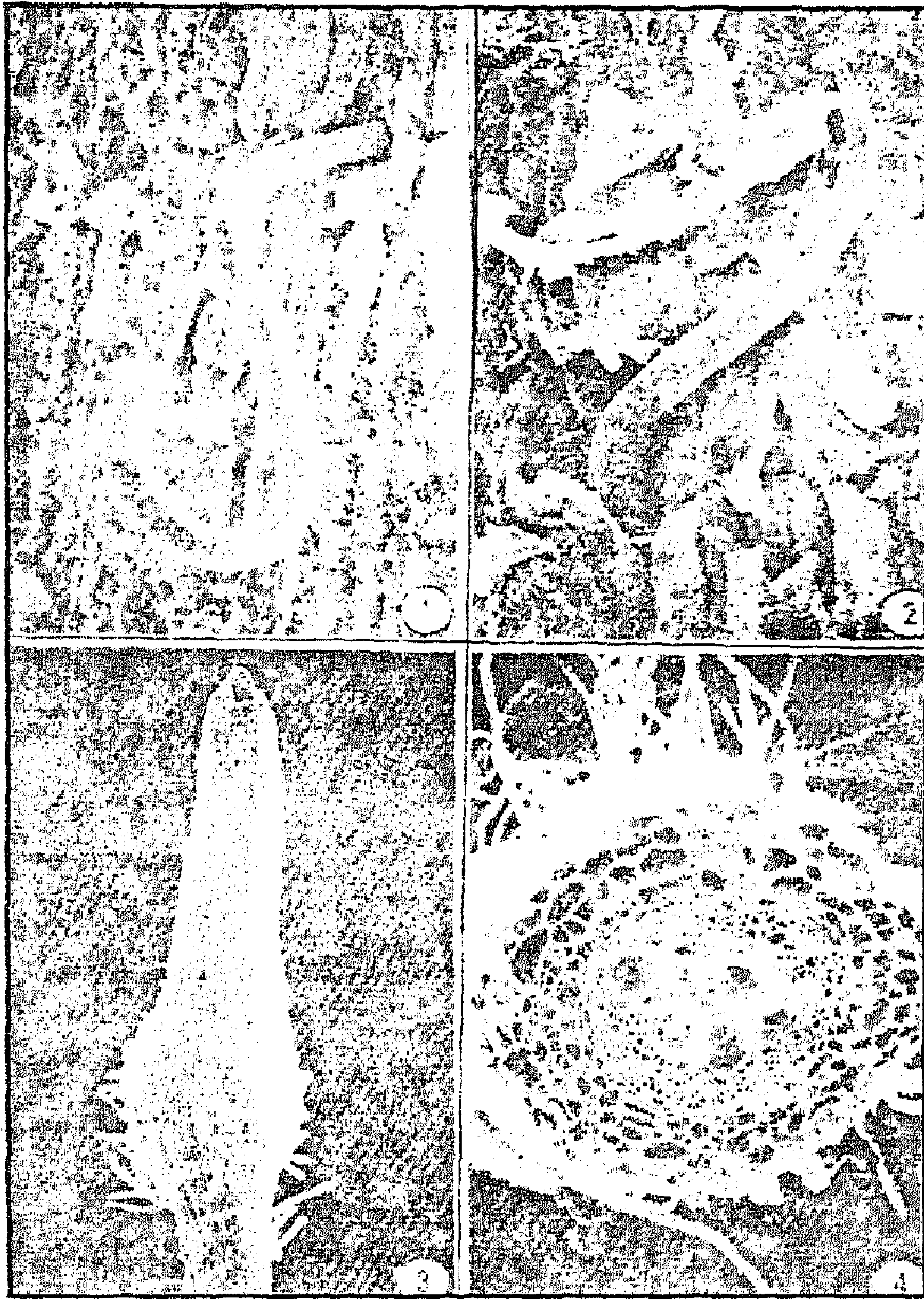
صورة توضح الأطوار اليرقية لنيماتودا التعقد الجذرى (داخل الجذور) من الطور اليرقى الثانى (الطور المعدى) ونهاية بالطور البالغ.

A– بيضة بداخلها جنين مبكر (غير مقسم).
B– يرقة قبل الفقس.
C– طور يرقى ثانى متحرك.
D– يرقة ذات ذيل شوكى (spike) فى جذر.
E– ذكر كامل التكوين (فى كيوتيكل انسلاخ).
F– ذكر بالغ.
G– أنثى بالغة صغيرة young .
H– أنثى واضعة لكيس بيض.

شكل رقم (12)



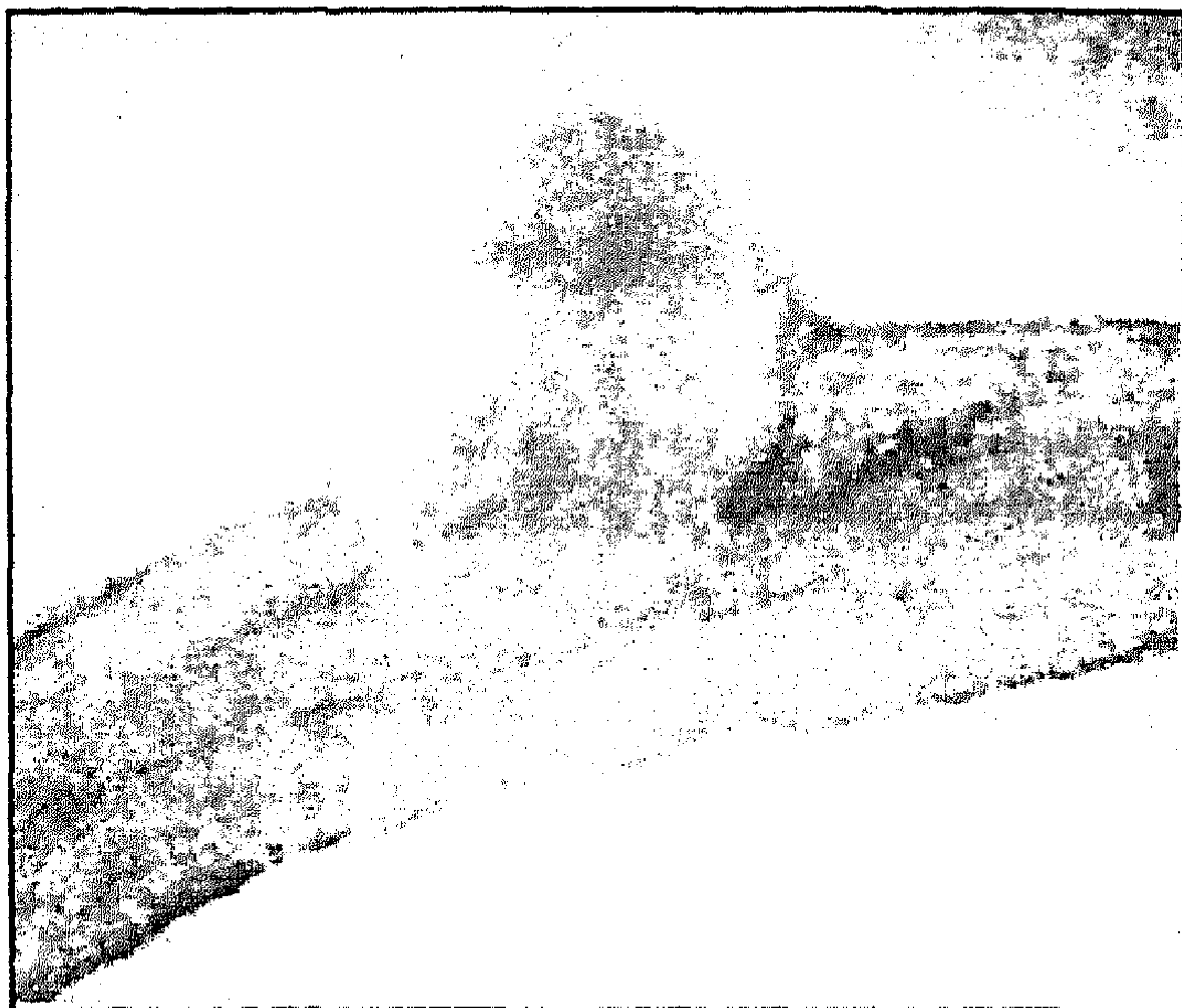
قطاع فى عقدة نيماتودية (رسم توضيحى) فى جذر مصاب.
يلاحظ وجود الأنثى nem - كيس البيض es - الخلايا العملاقة gc
شكل رقم (13)



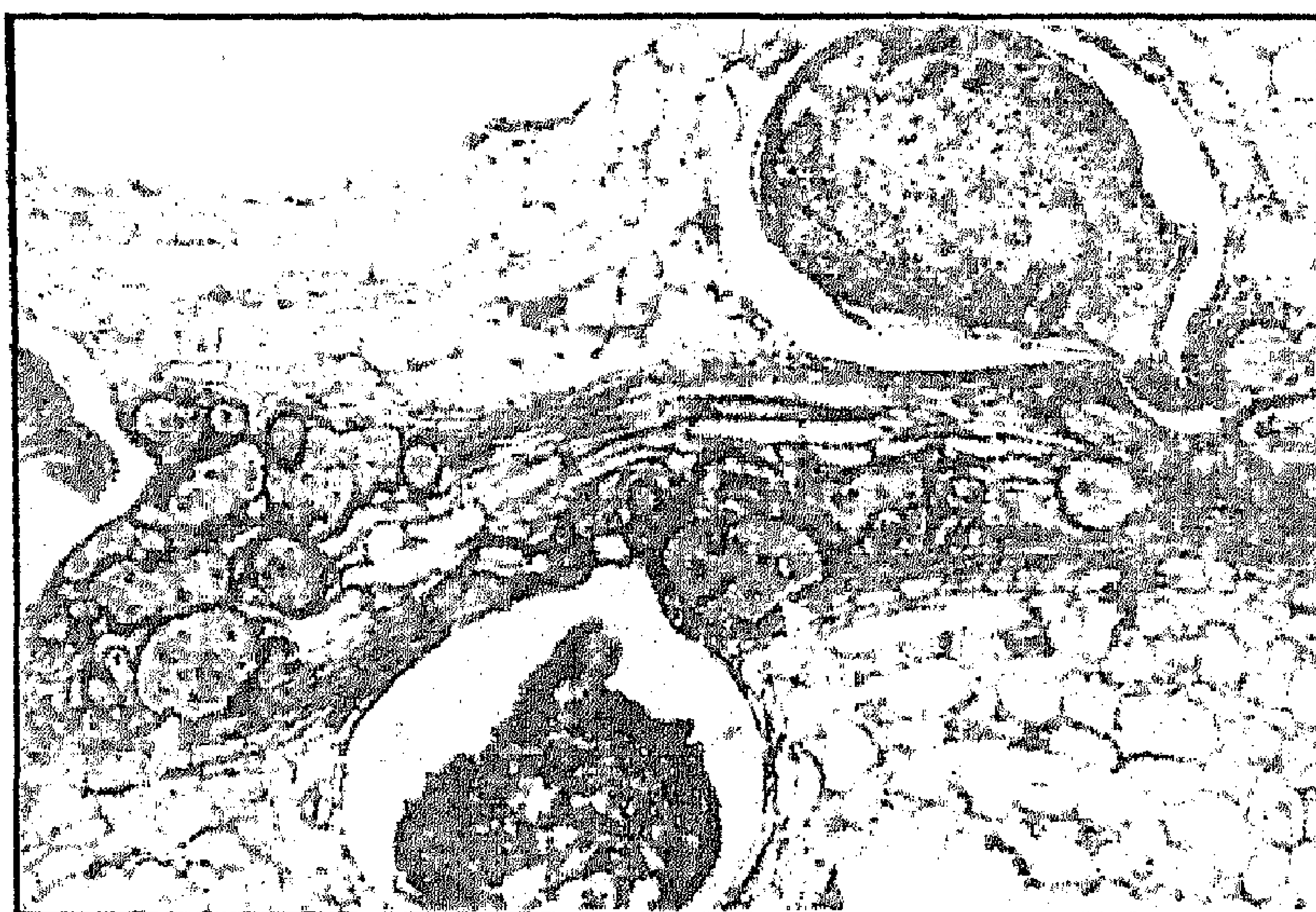
صورة من (1–4) بالميكروسكوب الالكترونى.

- صورة 1، 2: يبين طور يرقى ثانى من نيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* مخترقاً لجذر طماطم .. والاختراق هنا بين الخلايا كما هو واضح فى الصورة مسبباً تلفا للخلايا المجاورة. وقد ينشأ التلف نتيجة محاولة النيماتودا الاختراق عدة مرات متتالية.
- صورة 3 : جزء من جذر طماطم 48 ساعة من العدوى النيماتودية يظهر فى الصورة بداية تكون الورم النيماتودى **Swelling** يظهر أيضا زيادة تكون شعيرات جذرية حول منطقة الورم.
- صورة 4: قطاع عرض فى جذر مصاب بعد أسبوع واحد من العدوى. ويبدو فى الصورة تكوين المدمج الخلوى Syncytium (وهو عبارة عن عدة خلايا متطورة متضخمة داخل الجهاز الوعائى للجذر).

شكل رقم (14)



جذر مصاب بنيماتودا التعقد الجذرى وكيس بيض ينمو خارجياً بعد الصبغ بالصبغات المناسبة.



قطاع طولى فى جذر نبات دخان مصاب بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* يلاحظ فى الصورة الإناث الداكنة اللون (b) الخلايا العملاقة **Giant cells** بالقرب من الطرف الأمامى للنيماتودا (a) فى الأسطوانة الوعائية

شكل رقم (15)

- تأثير نيماتودا تعقد الجذور على نمو النبات :

Effect of Meloidogyne infection on plant Growth :

أولاً: التأثيرات الطبيعية Physical Effects:

1- نقص حجم الجذور وتشوهها:

بالإضافة إلى تكوين العقد النيماتودية والخلايا العملاقة بداخل أنسجة الجذور هناك أيضاً بعض التأثيرات الأخرى على الجذور نتيجة الإصابة يصبح الجذر قصيراً وتفرعاته قليلة والشعيرات الجذرية أقل ويصبح المجموع الجذرى غير قادر على امتصاص الماء والعناصر المعدنية من التربة وعلاوة على ذلك تتكسر الأسطوانة الوعائية نتيجة الإصابة وتصبح عملية انتقال الماء والعناصر الغذائية داخل النسيج الوعائى معوقة.

2- نقص كفاءة الجذر:

تشوه المجموع الجذرى وعدم كفاءته تسبب تقزم فى نمو الجذر وتظهر ظاهرة الذبول فى الجو الجاف وتظهر مشكلة نقص الماء والعناصر المعدنية حتى فى حالة توافرها فى التربة وينتج عن ذلك نقص فى حجم النبات كله.

ثانياً: التأثيرات الفسيولوجية Physiological Effects:

- دور نيماتودا تعقد الجذور فى الأمراض المركبة Disease complexes:

تؤدى الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى الإصابة بالكثير من كائنات التربة الأخرى كالفيروس والبكتيريا والفطر مما يؤدى إلى ظهور ما يسمى بالأمراض المركبة.

ومن أهم أمثلة الأمراض المركبة (نيماتودا + فطر) التى تنشأ عن وجود نيماتودا تعقد الجذور أولا فى البيئة المحيطة بالنبات ما يلى:

Meloidogyne + Fusarium
M. + Fusarium and Alternaria

M. + phytophthora
M.+ Verticillium
M. + Rhizoctonia solani
M.+ Helminthosporium

وغيرهم كثير من الأمراض الفطرية التى تعيش وتسكن التربة.

أما بالنسبة للبكتيريا فهناك الأمراض المركبة التالية:

M.incognita + Pseudomonas solanacearum
M.Javanica + Agrobacterium tumefaciens
M.hapla + Corynebacterium insidiosum
M.incognita + sclerotium rolfsii
M.javanica + Verticillium dahliae

الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور تؤدى إلى زيادة شدة الأمراض المرتبط وجودها بكائنات التربة الدقيقة الأخرى مع زيادة فى نسبة انتشارها بين جذور النباتات. وفى أمراض الذبول الوعائى المتسببة عن جنس *Fusarium* تكون النيماتودا هى المسئول الأول عن ظهور هذا المرض حيث تؤدى اليرقات المتطفلة أثناء اختراقها للجذر إلى وجود فتحات كثيرة تساعد على انتشار مرض الذبول داخل الجذر.

وفى كثير من التجارب ثبت أن الإصابة بالنيماتودا أولا تؤثر من الناحية الفسيولوجية على العائل بحيث يصبح قابل للإصابة بأمراض الذبول الوعائى.

تؤدى أيضاً الإصابة بالنيماتودا وبقية كائنات التربة الدقيقة إلى زيادة النقص فى النمو الخضرى والثمرى عما إذا كانت الإصابة بأحدهما منفردة. كذلك تؤدى الإصابة المشتركة بين النيماتودا وبقية الكائنات الدقيقة إلى سرعة ظهور الأمراض المركبة عن الحالة الفردية بعدة أسابيع مما يعرض العائل إلى التأثير الشديد للأمراض لفترة طويلة.

- أنواع نيماتودا تعقد الجذور:

يزيد عدد أنواع النيماتودا التعقد الجذرى على أكثر من خمسين نوعا تصيب أغلب نباتات المملكة النباتية من خضر ومحاصيل حقل وفاكهة وزينة وغيرها

ولكن الأكثر شيوعاً وخصوصاً فى مصر أربعة أنواع منتشرة عالمياً وهى.
M.javanica, M.incognita, M. hapla and M. arenaria.

- أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور :

أولاً: الخضراوات ومحاصيل الحقل:

1- أعراض نقص العناصر على أوراق هذه النباتات.

2- أعراض الذبول ونقص المياه وتهدل الأوراق وتدليها.

3- قلة حجم النباتات وعدم تناسب عمرها الزمنى.

4- تضخم حجم الجذور وظهور التورمات عليها وتتدرج من تورمات بسيطة إلى تورمات شديدة بحيث يصبح الجذر كله أورام كبيرة الحجم.

5- موت كثير من النباتات خصوصاً فى مراحل العمر الأولى مما يستلزم إعادة زراعتها ثانياً (شكل 16).

ثانياً: أشجار الفاكهة:

نفس الأعراض السابقة وتختلف الشدة بين نوع نباتى وآخر.



النمو الغير مستو والتقزم فى نباتات الدخان النامية فى تربة ملوثة بشدة بنيماتودا التعقد الجذرى

شكل رقم (16)

– مصادر التلوث بنيماتودا تعقد الجذور (خاصة فى أراضى الاستصلاح) :

Source of nematode contamination :

1– زراعة بذور محاصيل الخضر والحقل والفاكهة فى أرض المشاتل الملوثة بهذه النيماتودا ثم نقلها إلى الأرض المستديمة.

2– نقل التربة الملوثة بهذه النيماتودا إلى أراضى الاستصلاح الحديثة (الرملية) بدون تحليلها للتأكد من خلوها من التلوث النيماتودى.

3– استخدام الأسمدة العضوية المحتوية على بقايا جذور نباتية مصابة.

4– استخدام الشتلات والأجزاء النباتية المصابة (درنات بطاطس – شتلات فاكهة– كورمات موز – درنات بنجر سكر – شتلات طماطم وخس وكرنب وقرنبيط).

5– استخدام الميكنة الزراعية الملوثة نتيجة العمل فى مزارع ملوثة بهذه النيماتودا قبل تعقيمها.

6– تلوث الإنسان نتيجة الحركة وتلوثه بهده النيماتودا (حركة العمال الزراعيين).

7– استخدام مياه رى ملوثة أو حاملة ليرقات وبيض هذه النيماتودا.

8– استخدام مصدات الرياح القابلة للإصابة بهذه النيماتودا وزراعتها بجوار قنوات الرى الغير مبطنة بالأسمنت (يتضح ذلك جليا فى مشروعات مديرية التحرير).

9– انتشار الحشائش القابلة للإصابة بهذه النيماتودا. (عوائل مؤقتة حتى زراعة المحاصيل الزراعية) .

– الأضرار الاقتصادية المتسببة عن نيماتودا التعقد الجذرى Economic damage:

1– موت الشتلات الصغيرة نتيجة الإصابة بهذه النيماتودا مع زيادة تكاليف إعادة الشتل والزراعة Replanting.

2– زيادة تكاليف تعقيم تربة المشاتل بالمواد الكيماوية.

3- تشوه كثير من المنتجات الزراعية المنتجة (الجزر- البطاطس – فول سودانى).

4- زيادة استخدام الأسمدة المعدنية و العضوية وزيادة التكاليف الاقتصادية.

5- زيادة استخدام مياه الرى خصوصاً عند ظهور أعراض الذبول والعطش على النباتات نتيجة شدة الإصابة.

6- قلة نمو النباتات الخضرى والثمرى.

7- زيادة التكلفة الزراعية نتيجة معالجة النباتات والأشجار فى المزارع المستديمة بالكيماويات.

8- زيادة التكلفة الزراعية نتيجة زيادة الطلب على العمالة نتيجة عمليات إعادة الشتل والزراعة والمكافحة.

9- نقص الإنتاج الزراعى الكمى والكيفى.

10- تؤدى الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى زيادة نسبة وشدة الأمراض المركبة المتسببة عن الكائنات الدقيقة الأخرى.

11- تأخر العمليات الزراعية وتأخر مواعيد الزراعة نتيجة عمليات إعادة الزراعة والشتل وتعريض النباتات لظروف بيئية غير مناسبة نتيجة ذلك.

12- تأخر عمليات نضج المحصول وتلفه.

13- زيادة التكلفة الزراعية نتيجة تعقيم الآلات الزراعية المستخدمة فى بساتين وحقول ملوثة بهذه النيماتودا.

- المدى العائلى Host –range:

لسوء الحظ فإن نيماتودا تعقد الجذور من الأمراض النيماتودية التى تصيب تقريباً حوالى 95–99% من المملكة النباتية كمحاصيل خضر وحقل وأشجار فاكهة وزينة. كما تصيب مدى عائلى واسع من الحشائش المنتشرة بالحقول والبساتين والتى تساعد

على انتشار المرض وشدة الإصابة به ويزداد الضرر الاقتصادى عامة فى محاصيل الخضر ذات العمر القصير ومحاصيل الحقل الأخرى.

ويمكن تقسيم النباتات من حيث شدة القابلية للإصابة أو المقاومة لهذا المرض إلى:

1. شديدة القابلية للإصابة	Highly susceptible
2. متوسطة القابلية للإصابة	Moderately susceptible
3. قليلة القابلية للإصابة	Low susceptible
4. شديدة المقاومة	Highly resistant
5. متوسطة المقاومة	Moderately resistant
6. قليلة المقاومة	Slightly resistant
7. منيعة	Immune

وتتراوح المحاصيل المختلفة بين درجات القابلية العالية للإصابة وبين الدرجات المختلفة للمقاومة حيث أن النباتات المنيعة قليلة جداً ونادرة من حيث النباتات ذات الأهمية الاقتصادية للاستهلاك الآدمى.

- الظروف البيئية الملائمة لنيماتودا تعقد الجذور:

1- درجات الحرارة الدافئة 25-35°م (مثلى لها).

2- الرطوبة المناسبة حيث طرق الرى الحديثة تلائمها جداً (بيفوت (رى محورى)، رى بالتنقيط – ورى بالرش).

3- التربة الخفيفة الرملية (الأراضى المستصلحة الحديثة).

4- التهوية الجيدة وتتوافر أيضاً فى الأراضى الرملية والخفيفة.

5- التكثيف الزراعى العالى (كما هو الحال فى الدول النامية).

6- انتشار الحشائش القابلة للإصابة.

- نيماتودا التعقد الجذرى على محاصيل الخضر :

Nematode Parasites of Vegetable Crops :

معظم محاصيل الخضر تصاب وتهاجم بشدة بواحد أو أكثر من الأنواع النيماتودية فى الحقول الشديدة التلوث بالنيماتودا وتظهر النباتات أعراضاً شديدة تبين إصابة المجموع الجذرى بشدة تحرمه من أداء وظيفته بشكل جيد - أصفرار المجموع الخضرى والأوراق وسقوط الأوراق الصغيرة وتقزم النباتات وقلة إنتاج الثمار من الأعراض الأساسية التى تثبت إلى حد كبير وجود النيماتودا بكثافة عالية فى التربة.

وتلعب النيماتودا دورها التطفلى على محاصيل الخضر بمفردها وبالاشتراك مع بقية الكائنات المرضية الدقيقة التى تسكن التربة مكونة معها مجموعة الأمراض المركبة التى تؤثر فى النهاية على الإنتاج كماً ونوعاً.

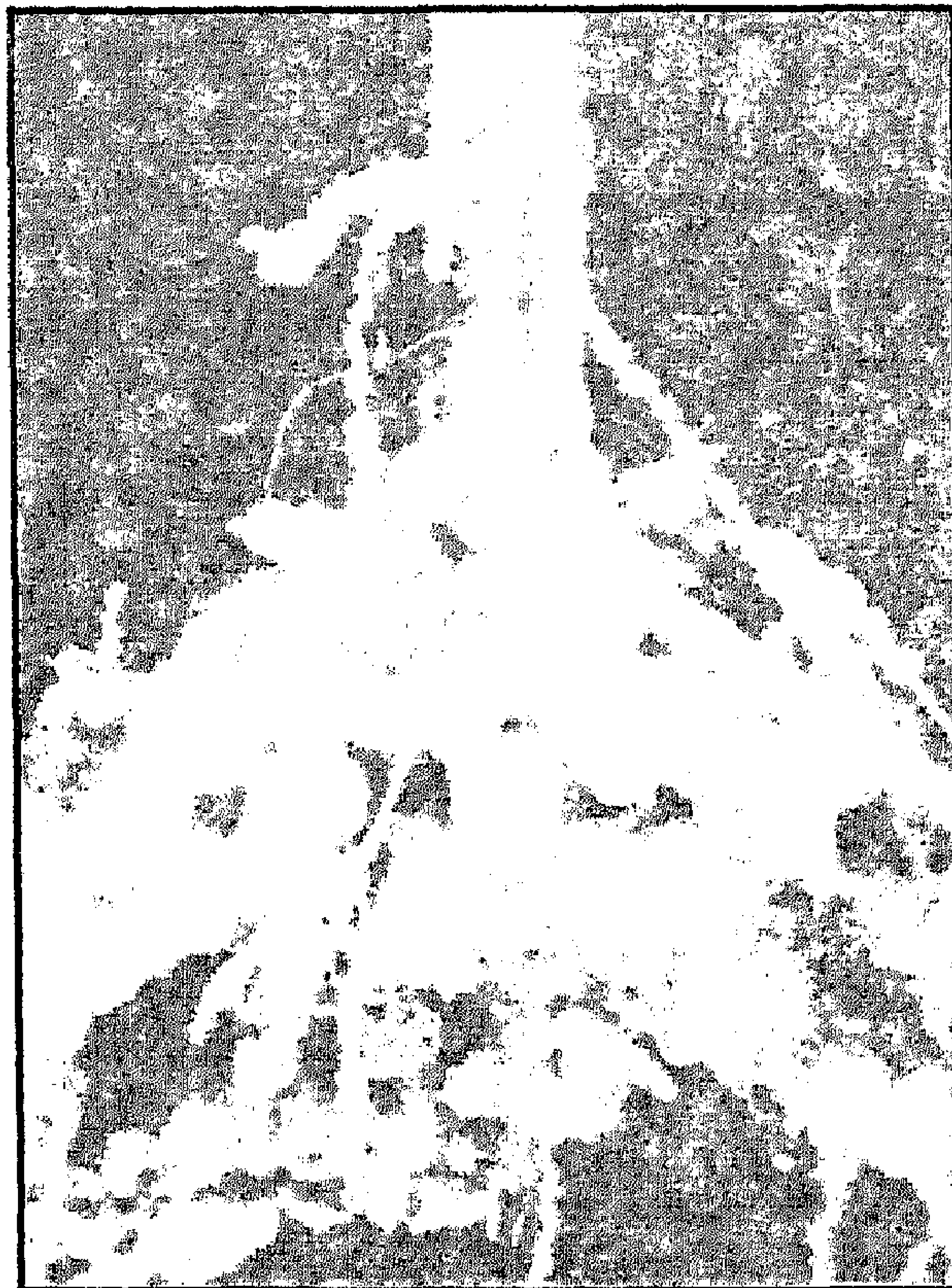
وعادة ما يوجد فى منطقة الجذور العديد من الأنواع النيماتودية المختلفة التى تختلف فى قدرتها المرضية لمحصول معين. وتصل نسبة الفقد والضرر فى 24 من محاصيل الخضر فى أمريكا فى عام 68/67 نتيجة وجود النيماتودا بـــ 11% تساوى 247 دولار لكل هكتار. وتنتمى الخضراوات المستهلكة والتى تصاب بشدة بهذه النيماتودا إلى عائلات معينة وشائعة مثل: العائلة الباذنجانية .Solanaceous V: طماطم - باذنجان - بطاطس وفلفل. والعائلة البقولية .Leguminous V: الفاصوليا - البسلة - اللوبيا. والعائلة القرعية Cucurbits: الكانتلوب - البطيخ - الكوسة - القرع الخيار. والعائلة الصليبية .Cruciferous V: الكرنب - القرنبيط - البروكلى - اللفت. (شكل 17-21).

ومن المعروف علمياً أن نيماتودا التعقد الجذرى Root- Knot Nematodes هى أخطر الأنواع النيماتودية التى تهاجم محاصيل الخضر في جميع بقاع العالم وتحت معظم الظروف البيئية المختلفة وزيادة تأثيرها فى المناطق الرملية والحديث الاستصلاح ولهذا الجنس *Meloidogyne* عشرات من الأنواع تزيد عن الستين نوعاً

ولكل نوع العديد من السلالات ذات القدرات المرضية المختلفة والتى تصيب مدى عائلى معين. ومن أشهر الأنواع التى تسبب المشاكل العديدة فى جميع بقاع العالم الأنواع التالية:

M. javanica. M. incognita, M. hapla, M. arenaria, M. exigua and M. incognita acrita.

وتعتبر نيماتودا التعقد من نيماتودا المناطق الحارة وتشتد فى المناطق ذات الصيف الطويل وشتاء قصير معتدل والتى تسمى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية Tropics and subtropics.



صورة توضح إصابة شديدة جداً على جذر نبات الخيار المتسبب عن *M.incognita* ويظهر فى الصورة العقد النيماتودية بحجم كبير وشامل للجذر كله مما يبين مدى وشدة الإصابة وتدميرها الكامل للمجموع الجذرى.

شكل رقم (17)



A



B

A- صورة توضح إصابة حقل لوبيا بنيماتودا التعقد الجذرى. يلاحظ تقزم النباتات القائمة وموت العديد من النباتات الغائبة وأصفرار المجموع الخضرى للنباتات المصابة.

B- جذر نبات لوبيا مصاب مأخوذ من تربة ملوثة بنيماتودا التعقد الجذرى

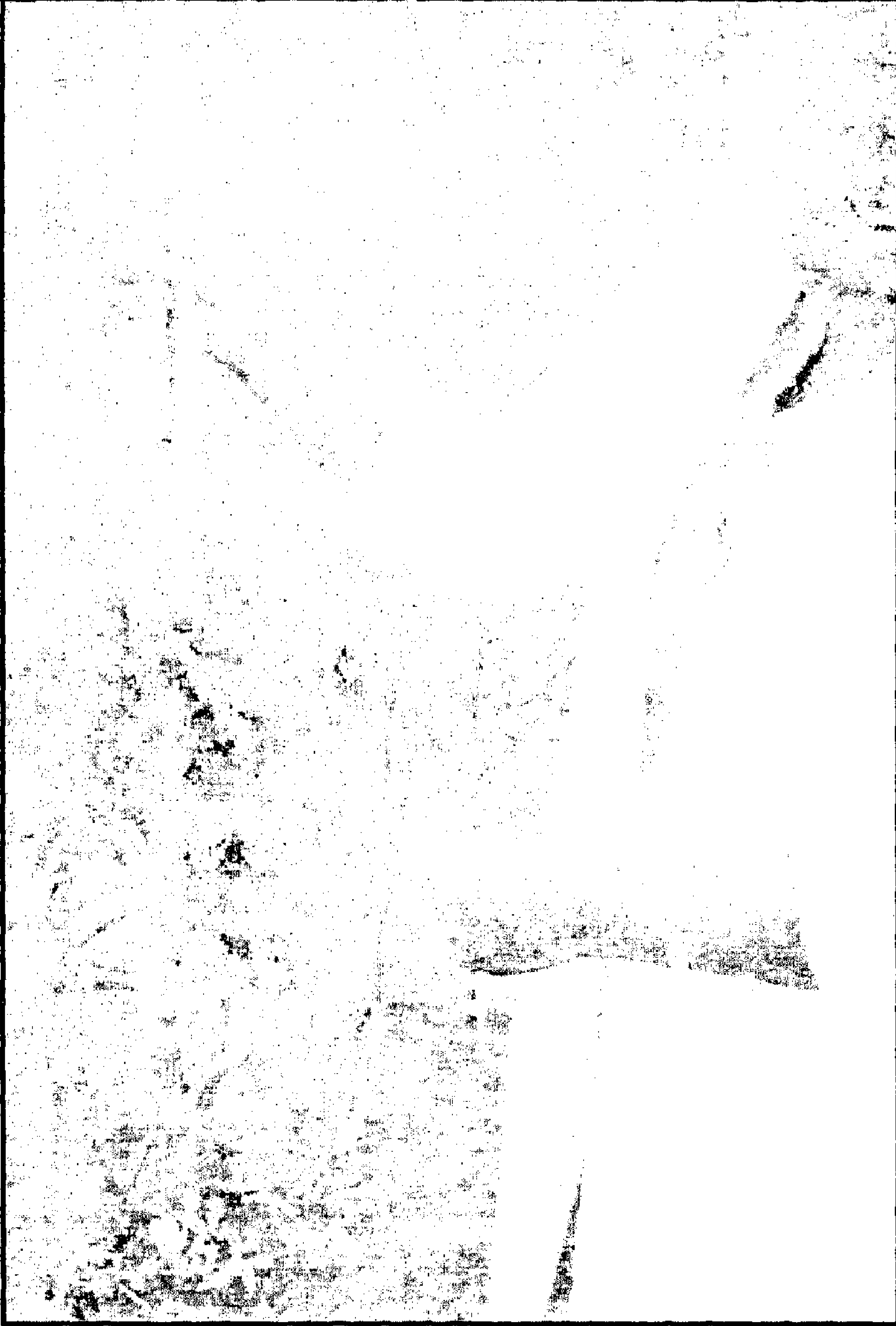
شكل رقم (18)





صور توضح إصابة جذور نباتات الجزر والطماطم بينماتودا التعقد الجذرى ويتضح فى الصورة العلوية التشوه الحادث في الجذور وعدم صلاحيتها للاستهلاك والتسويق الآدمى

شكل رقم (19)

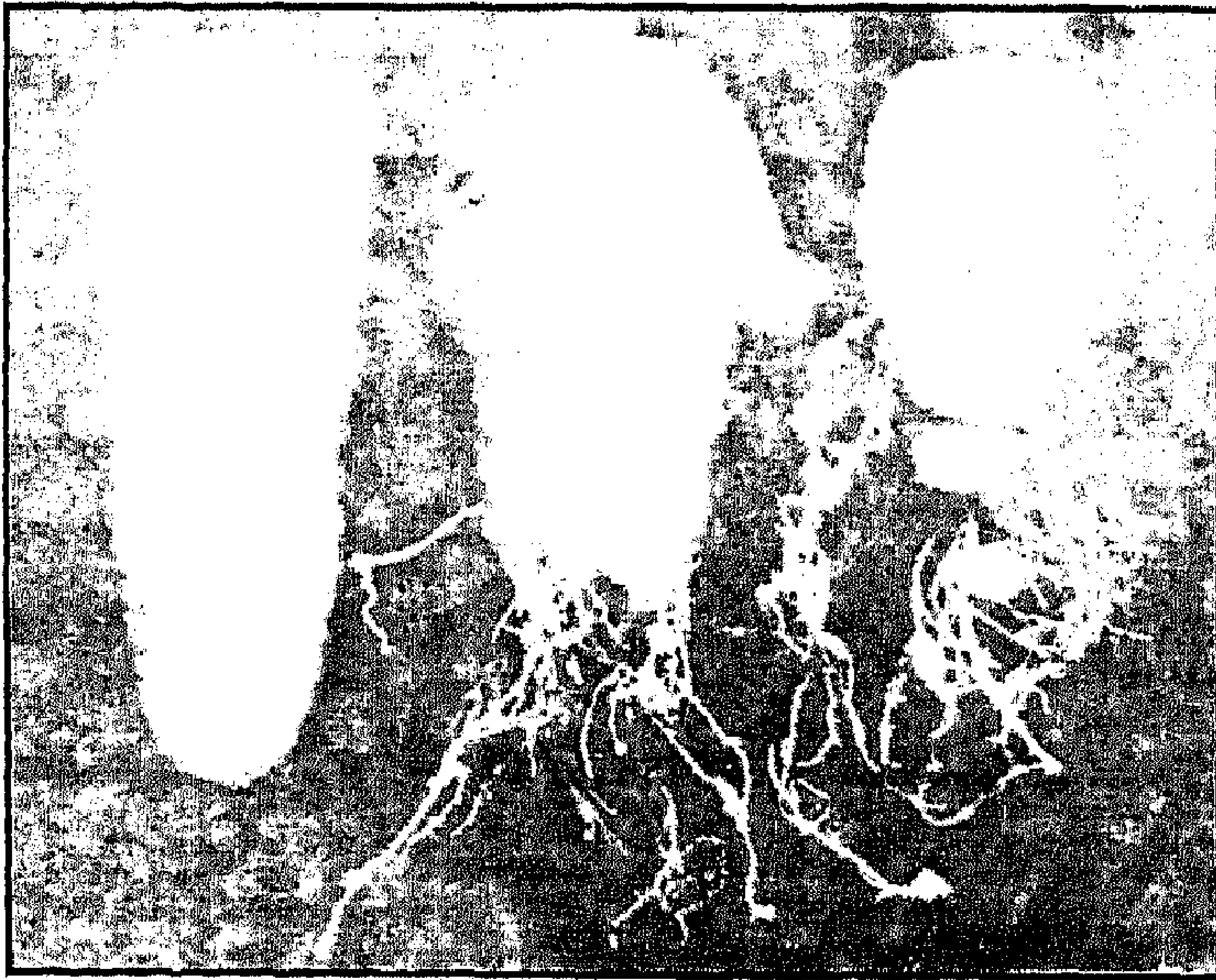


صورة توضح جذر نبات باميا شديد الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى فى أحدى الدول الأفريقية المطلة على حوض النيل

شكل رقم (20)



صورة توضح جذور الفاصوليا المصابة بنيماتودا التعقد الجذرى المتسبب عن *Meloidogyne incognita* يبدو فى الصورة العقد والأورام الكاملة الانتشار 100% من حجم الجذر وكبر حجم هذه الأورام نتيجة الإصابة الشديدة.



صورة توضح جذور الجزر مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى. لاحظ التشوه والعقد النيماتودية على الجذور الثانوية وتشوه الجذور الرئيسية (يمين) بالمقارنة بالسليم (يسار).

شكل رقم (21)

وينتشر النوع *M.hapla* فى المناطق الباردة والتى تصل درجات الحرارة فيها إلى صفرم° فى الأوقات الباردة والأوقات الدافئة إلى 15م°. وفى المناطق الاستوائية يسود النوعين: *M. javanica, M. incognita* وعند تصنيف نسبة الأنواع المختلفة لجنس التعقد الجذرى نجد النسبة على مستوى العالم *M. incognita* 52%، *M. javanica* 30%، *M.arenaria* 8%، *M.hapla* 8%، بقية الأنواع *M.exigua* 2%.

ولقد وجد أن *M. incognita* لها أربعة سلالات مختلفة Race *M.javanica,* 1,2,3,4 لاتوجد لها سلالات محددة بينما *M.arenaria* لها سلالتان Race 1, 2 وفى *M. arenaria* نجد أن السلالة الأولى تصيب الفول السودانى بينما السلالة الثانية لا تصيبه.

وفى الطبيعة هناك أكثر من نوع فى نفس الحقل وأكثر من سلالة مما يزيد عمليات المكافحة تعقيداً وفى حالة الــ Resistance والأصناف المقاومة يجب تحديد السلالات المختبرة والأنواع بشكل ضرورى وإلا كانت عملية التربية للمقاومة غير فعالة وغير مجدية.

من المعروف أن المحاصيل البقولية ذات أهمية شديدة للإنسان حيث تكون مصدراً غنياً للبروتين فى الغذاء وتوكل أما طازجة أو قرون خضراء أو جافة أو بذور خضراء وجافة. وتعتبر نيماتودا التعقد الجذرى من أشد أنواع النيماتودا تأثيرا على محاصيل العائلة البقولية. وتصل نسبة الفقد نتيجة شدة الإصابة إلى 90-95%.

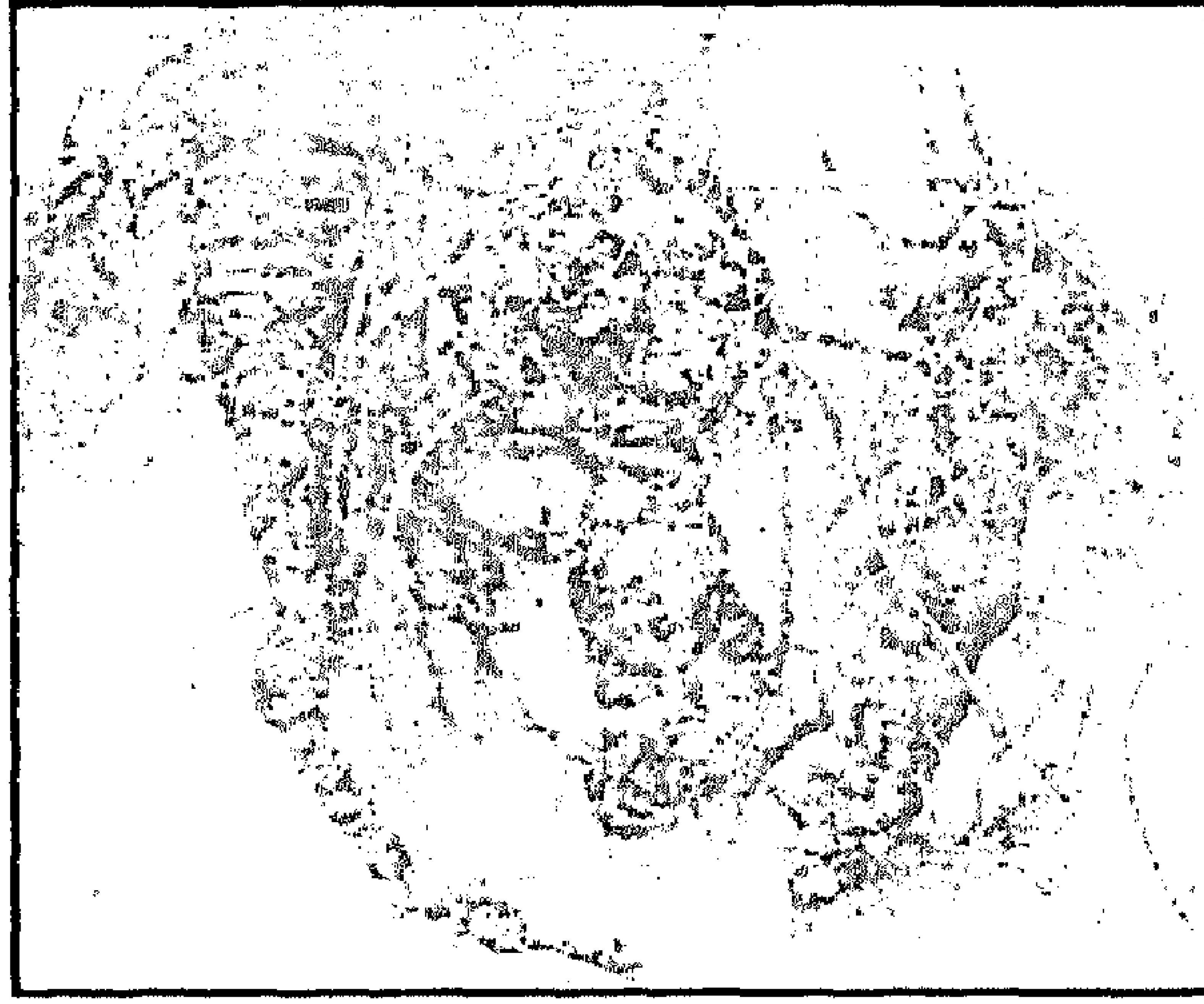
-نيماتودا التعقد الجذرى على الحشائش *Meloidogyne graminis* of grass:

هذا النوع من نيماتودا التعقد الجذرى يتطفل ويهاجم جذور العديد من الحشائش مثل *Turf grass* ويسبب وجود بقع ميتة من الحشائش أو بقع ذات ألوان صفراء ذابلة عند حواف هذه البقع. وتكون عقد نيماتودية متطاولة elongated وتؤثر بشدى على النمو الخضرى للحشائش الهامة فى ملاعب الجولف وتصيب مدى عائلى واسع من الحشائش المستخدمة فى المجالات الرياضية والزينة.

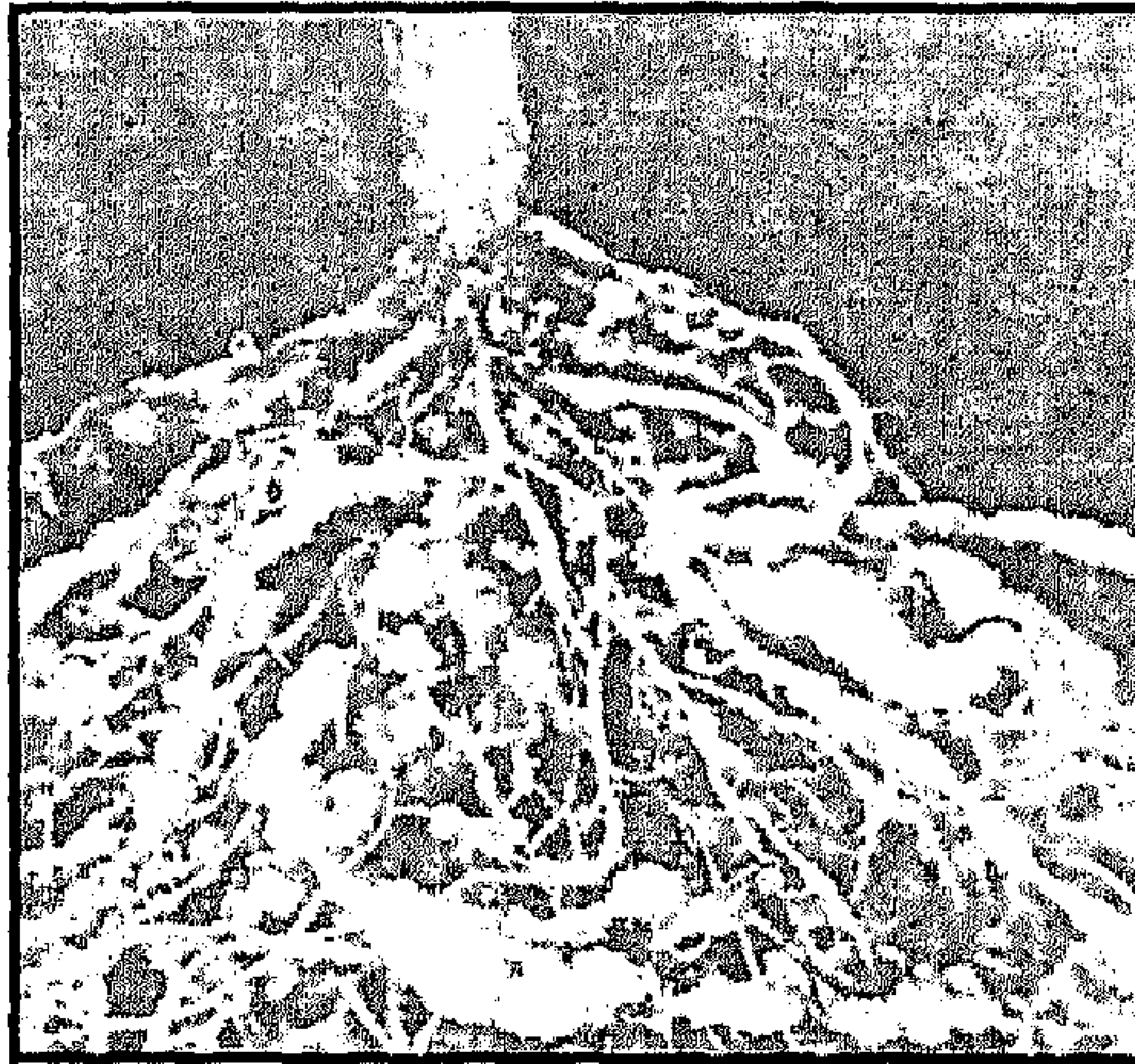
- نيماتودا التعقد الجذرى على فول الصويا:
Root-Knot disease of Soybean, *Glycin max* :

تعتبر نيماتودا التعقد الجذرى من أخطر أنواع النيماتودا التى تصيب نباتات فــول الصويا مسببة له خسائر اقتصادية عالية وانخفاض القيمــة الإنتاجيــة كمــا ونوعــاً (شكل 22). وهناك ثلاثة أنواع من نيماتودا التعقد الجذرى تصيب فول الصويا.

Meloidogyne javanica, Meloidogyne arenaria and Meloidogyne incognita.



جذور نباتات فول صويا مصابة بشدة بنيماتودا التعقد الجذرى ***M.javanica***



جذر نبات طماطم شديد الاصابة بنيماتودا التعقد الجذرى لاحظ شدة الاصابة وهى تشمل المجموع الجذرى بالكامل مما يؤدى الى موت النباتات فى سن مبكرة نتيجة الاصابة

شكل رقم (22)

ارتفاع درجة الحرارة أثناء موسم فول الصويا يشجع فقس البيض وإصابة جذور فول الصويا. وترتفع الكثافة العددية لليرقات ويصل إلى أقصاها فى ميعاد نضج فـــول الصويا 500 يرقة/10 جم تربة. وتبدو النباتات المصابة متقزمة وذابلة خصوصاً فـــى الأوقات الحارة. ويبدو المجموع الجذرى محتويا على عقد وأورام نيماتودية تختلف فى الشكل والتركيب عن العقد البكتيرية Rhizobial nodules وتظهر النباتات اصفرار فى الأوراق بازدياد النمو الموسمى بدرجات مختلفة وتنضج النباتات مبكراً عن المعتاد (1-2 أسبوع).

- نيماتودا التعقد الجذرى على الأرز :

The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola* :

تنتشر فى مناطق عديدة من العالم (الهند - بنجلادش- تايلاند - أمريكا - فيتنام) وتصل الإصابة فى بعض مناطق الأرز إلى 20-30% فـــى الأراضـــى المســتديمة والمشاتل وتصل نسبة الإصابة فى الهند (انخفاض المحصول 17-30%) وتصل نسبة الانخفاض فى التجارب إلى 60% فى المحصول نتيجة وجود 2000 نيمــاتودا/نبـات بينما فى الحقل 1000 نيماتودا/كجم تربة تسبب نمو قصير للنباتات (شكل 23).

فى فيتنام 30 يوم بعد الزراعة وصلت أعداد العقد النيماتودية على النبـــات 13-15 عقدة وانخفض طول النبات 31-48% وانخفض المحصول بنسبة 65%.

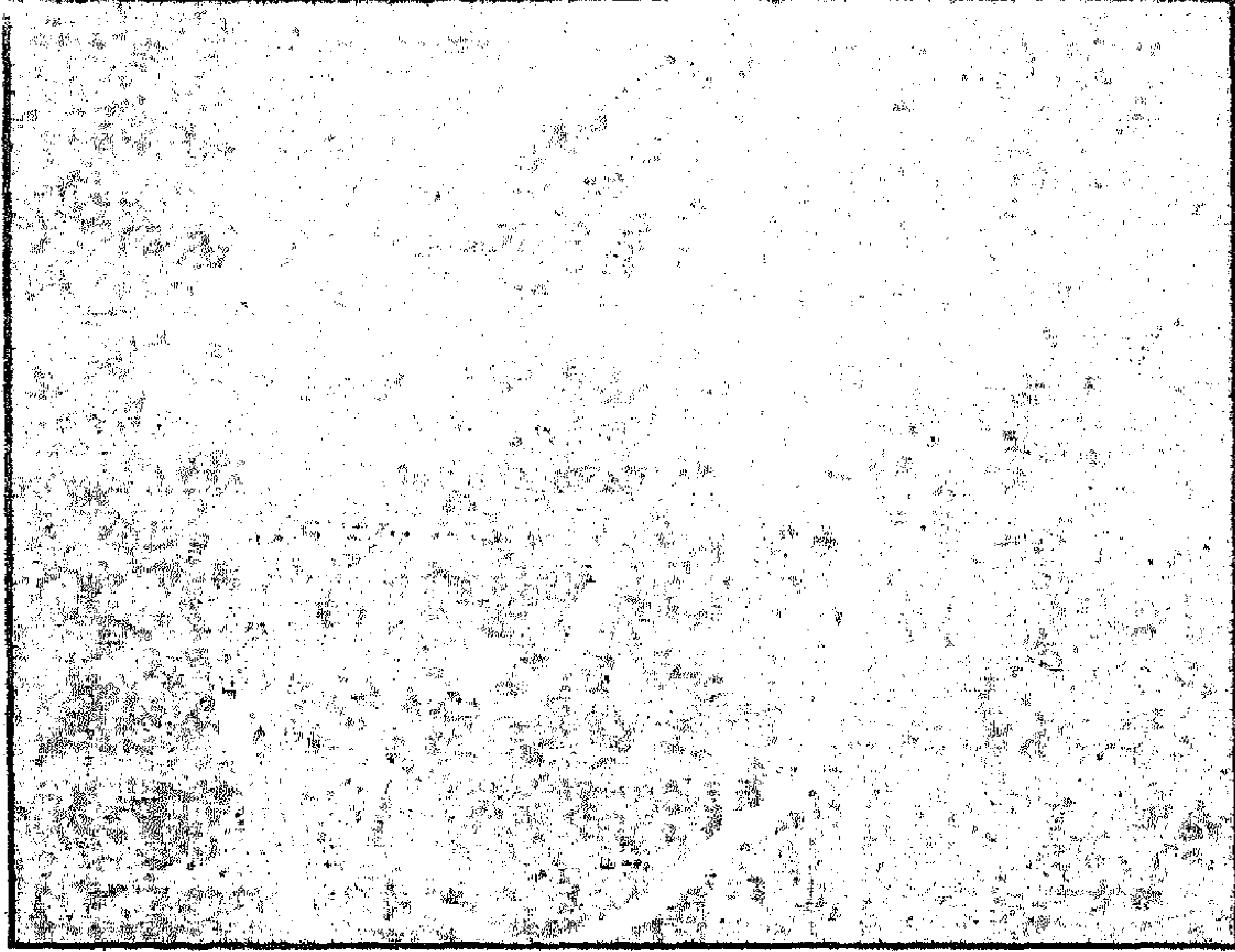
تنتشر النيماتودا فى أراضى الأرز عن طريق المياه. وتكمل دورة الحيـــاة لهـــذه النيماتودا فى 26-51 يوم متوقفة على ميعاد الزراعة. قمة النبات تظهـــر أعـــراض إصابة وأصفرار والأوراق النامية متجعدة والسنابل قصيرة وتزهر النباتـــات وتنضـــج مبكراً نتيجة الإصابة، وتكون جذور جديدة شعرية.

-نيماتودا التعقد الجذرى على الفول السودانى :

Root-knot disease of peanut:

تعتبر نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne arenaria* أهم آفة علـــى الفـــول السودانى عالمياً. يليها فى الترتيب نيماتودا التقرح. والنيماتودا الواخزه ويصاب الفول

السوداني *Araches hypogaea* بشدة بنيماتودا التعقد الجذرى فـي جميع ... زراعته في العالم وباستمرار زراعته فى الأراضى الملوثة بصورة متكررة ... خسائر شديدة فى المحصول وتبلغ الخسائر فى محصول السوداني نتيجة نيماتودا التعقد الجذرى من 0.5-2 طن للفدان. ولنيماتودا التعقد الجـذرى *M.arenaria* سـلالات عديدة مختلفة تختلف في قدرتها المرضية.



أعراض الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى على جذور الأرز وتظهر أطراف الجذور ملتوية على شكل خطاطيف والنوع النيماتودى المسبب هو *Meloidogyne graminicola*
شكل رقم (23)

ونباتات الفول السوداني النامية فى مناطق وتربة ملونة بنيماتودا التعقد الجـذرى تظهر أعراض إصابة واضحة فوق وتحت سطح التربة حيث تنتشر الأطوار اليرقيـة حتى عمق 125سم وتبدو أكياس البيض واضحة على المجموع الجذرى خلال موسـم النمو. وتنخفض أعداد أكياس البيض على المجموع الجذرى للفـول السـودانى بعـد الحصاد.

وتصيب اليرقات جذور الفول السوداني مباشرة بعد الزراعة وتبدو التورمات بعد الزراعة بحوالى 55-90 يوم ولا تبدو الأورام والعقـد النيماتوديـة واضـحة علـى

المجموع الجذرى للفول السودانى وهى تبدو صغيرة ومتفردة بينما العقد على جـذور الخضراوات كبيرة وملتحمة وتستطيع اليرقات أن تخترق العقد البكتيريا وتتكاثر عليها. وتستطيع اليرقات أن تخترق وتصيب القرون مسببة تشوهها وقلـة الإنتاجيـة وتبـدو القرون متضخمة من جراء وجود أورام نيماتودية عليها وتسبب خسائر فادحة فى نهاية الموسم. النباتات فى نهاية الموسم تكون ضعيفة وقابلة للإصابة بشدة (شكل 24-25).

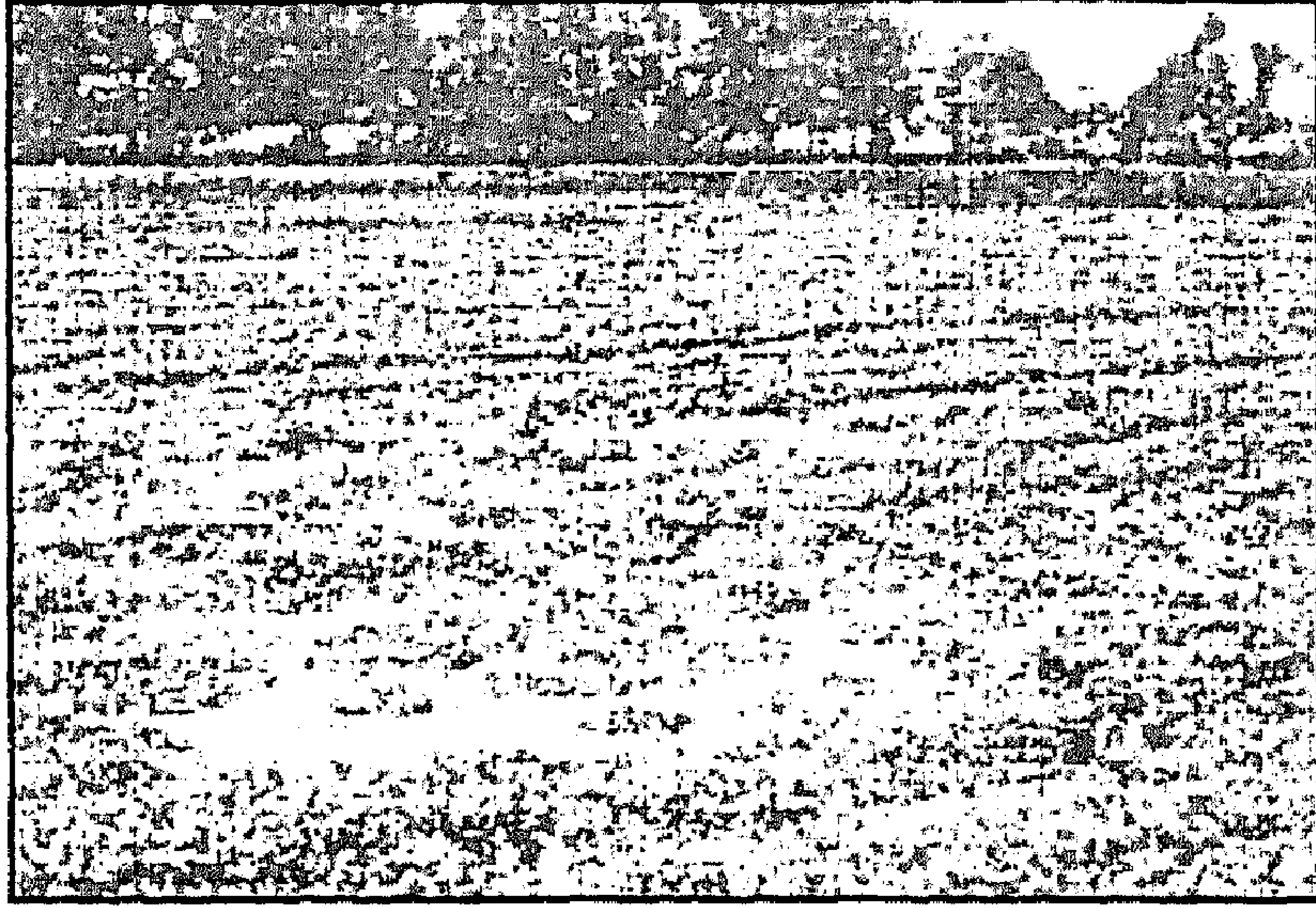
تظهر الأعراض فوق سطح التربة 75-90 يوم بعد الزراعـة وتبـدو النباتـات المصابة قصيرة متقزمة صفراء اللون مع قرون قليلة. وتموت النباتـات فـى نهايـة الموسم إذا صاحب الإصابة جفاف سائد فى ذلك الوقت.

وأهم الأنواع التابعة لجنس *Meloidogyne* والتـى تصـيب نباتـات الفـول السودانى هى: *M.arenaria, M. hapla and M. javanica*

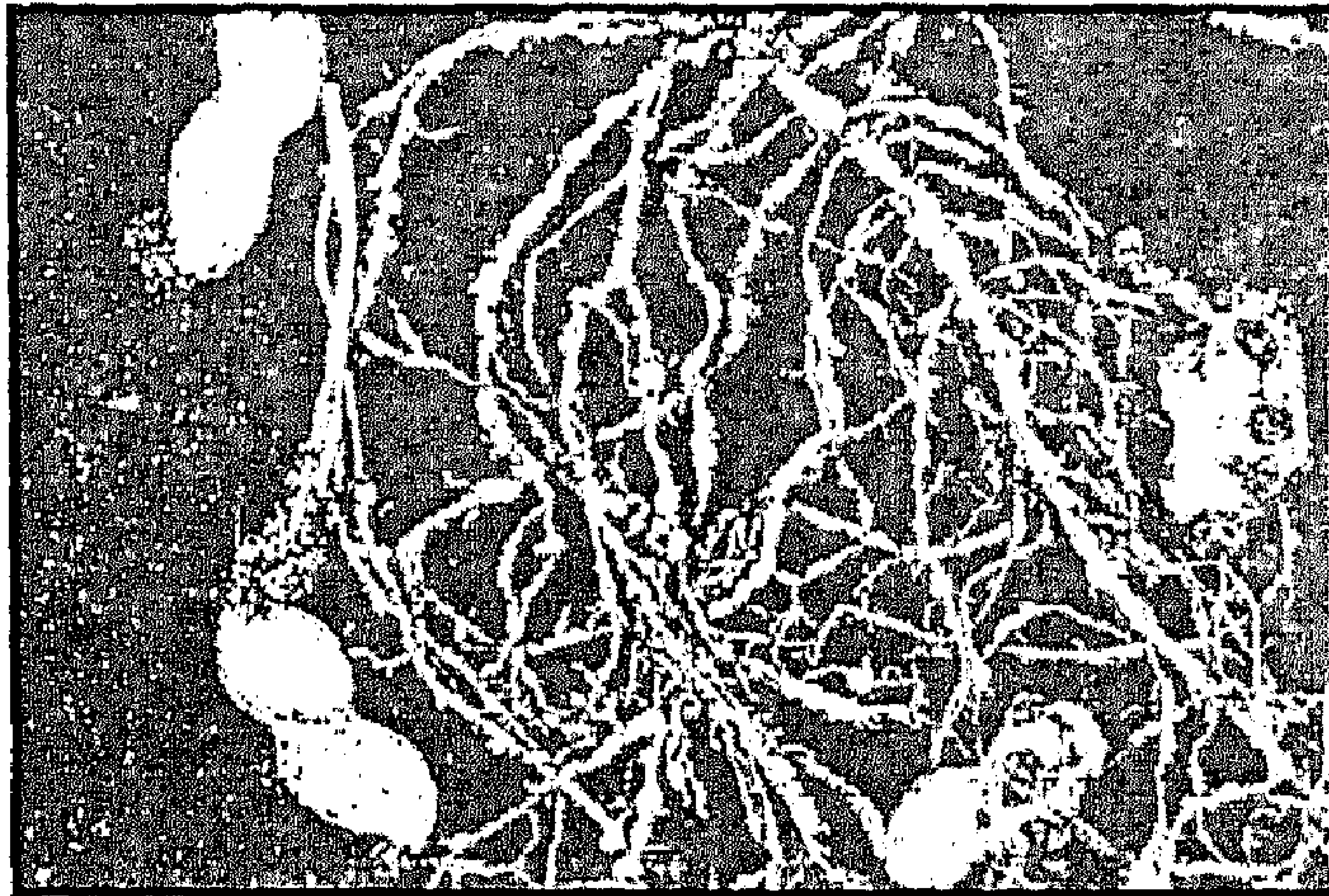
يختلف حجم وأشكال العقـد النيماتوديـة طبقـاً للنـوع المتطفـل ففـى حالـة النـوع *M.hapla* تكـون الأورام صـغيرة والتفـرع الجـذرى شـديد أمـا فـى *M. javanica, M.arenaria* تكون العقد والأورام كبيرة عن التى يسـببها النـوع *M.hapla* ويصاب الجذر الرئيسى أيضاً بالأورام علاوة على التفرعات الجانبية وتأخذ العقد ملمس الخشب بينما العقد البكتيرية تأخذ ملمس أسفنجى وعلى سطح الجذور توجد ويمكن إزالتها بسهولة بينما العقد النيماتودية لا يمكن إزالتها بسهولة لأنها نمـو فـى أنسجة الجذر ذاته.

فى *M.javanica, M.arenaria* يمكن أن يمتد التلف إلى القرون ذاتها وتتطور النيماتودا داخل أنسجة القرون وتمنع تكـوين البـذور- النباتـات المصـابة تظهـر درجات مختلفة من الأصفرار وتكون النباتات متقزمة وذابلة وتكون عرضة للتأثر بشدة بالجفاف. وتلعب الفطريات مع النيماتودا دوراً هاماً فى الأمراض المركبة كمـا فـى *M.arenaria* + مع مرض *Pythium myriotylum* Damping off, .

وجود *M.hapla* يزيد من تطور المرض *Cylindrocladium* المسبب لمرض العفن الأسود Black rot المتسبب عن *Cylindrocladium crotalariae*.

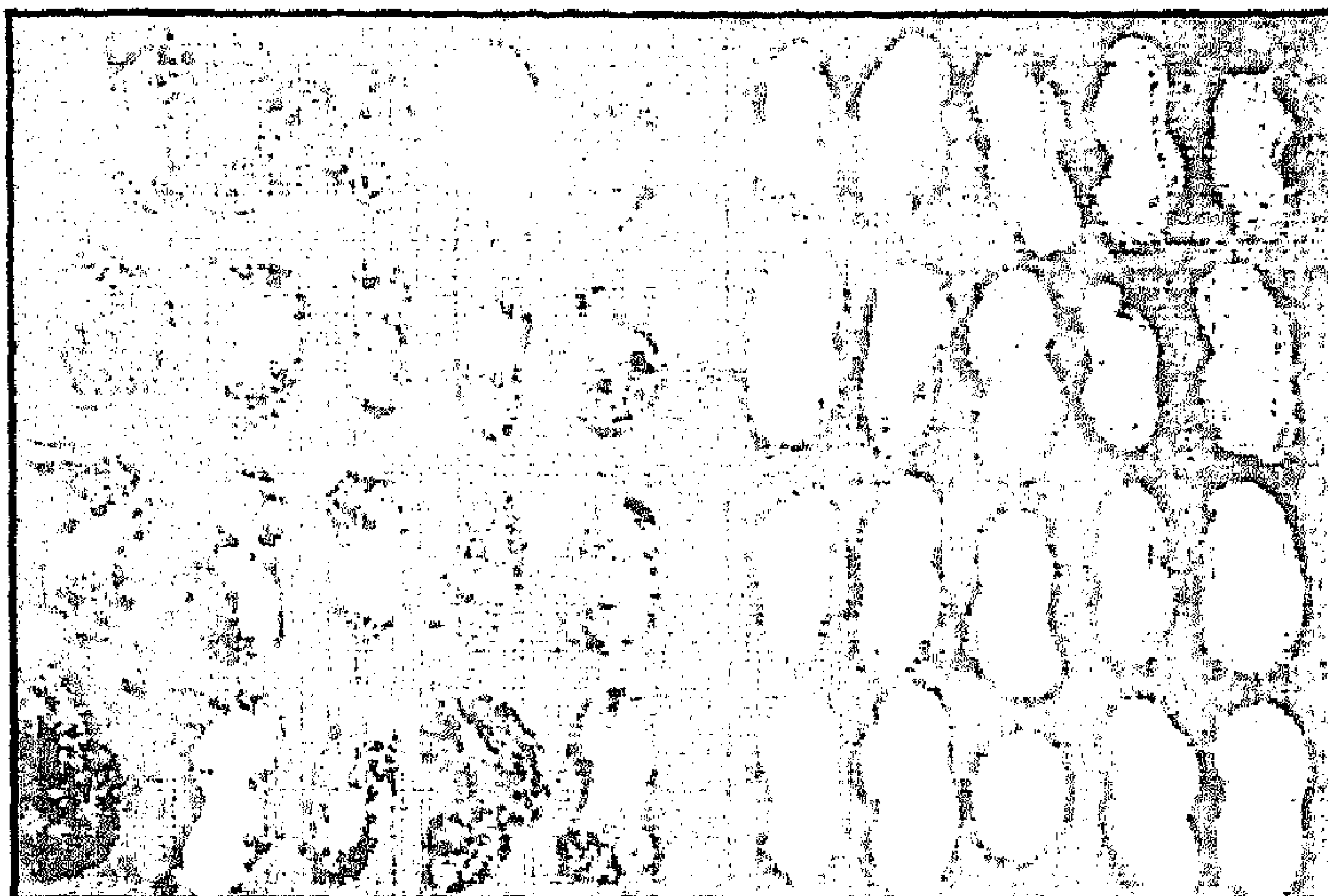


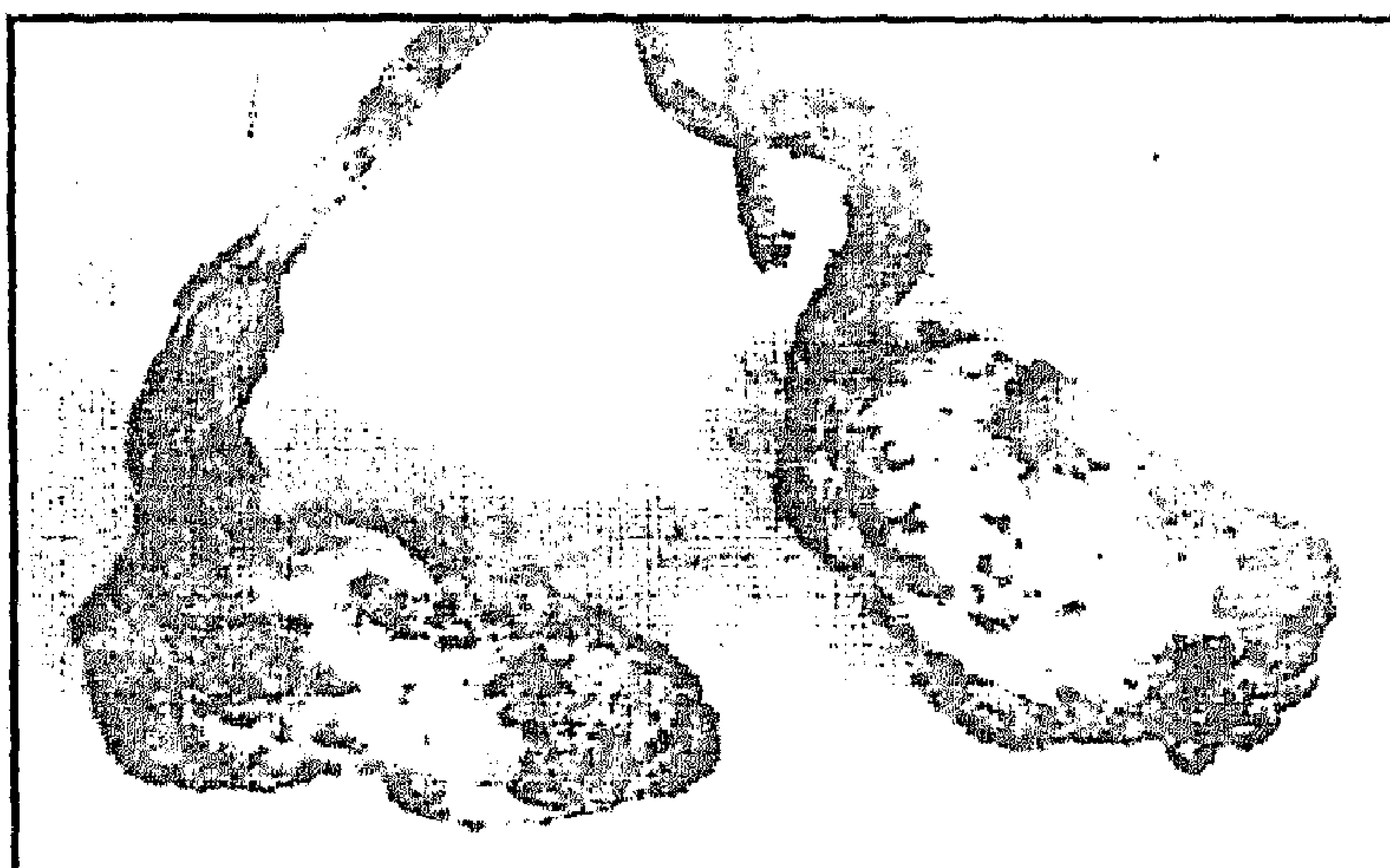
صورة توضح حقل فول سودانى مصاب بنيماتودا التعقد الجذرى وتظهر فى الحقل المظاهر المعروفة من البقع الخالية والضعيفة من النباتات نتيجة الإصابة وتظهر على النباتات أعراض الأصفرار والتقزم وقلة عدد النبات



صورة توضح جذور وقرون الفول السودانى مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى ويلاحظ وجود وانتشار الأورام النيماتودية عليها المسبب *Meloidogyne arenaria*

شكل رقم (24)





صورة توضح مقارنة بين قرون الفول السودانى السليمة الناتجة من نباتات سليمة (يمين، علوى) والقرون الناتجة من نباتات مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى (يسار، علوى) بينما الصورة السفلية تكبير لشكل الإصابة والتلف على القرون المصابة

شكل رقم (25)

- نيماتودا تعقد الجذور البريطانية:

British root- knot nematode, *Meloidogyne artiellia* :

وهى من الأنواع السائدة على المحاصيل النجيلية فى انجلترا، وكذلك المحاصيل البقولية فى أوروبا ومنطقة الشرق الأوسط مثل الحمص Chickpea وتنتشر فى المناطق التالية:

الجزائر- فرنسا - اليونان - إيطاليا - المغرب - أسبانيا - سوريا - تونس.

وتصيب العديد من العوائل مثل الشعير، القمح، السورجم، الكرنـــب والقـــرنبيط، الفجل، اللفت، البرسيم الحجازى، والفول البلدى، الحمص، البرسيم.

ويتأثر الحمص بشدة فتكون القرون قليلة وصغيرة وبدون بذور ويقل حجم وعدد سنابل القمح. العقد النيماتودية صغيرة جداً وفى حالة إصابة الحقول وتلوثها بشدة يمكن القضاء نهائيا على المحصول كما فى سوريا.

كما يصاب القمح بشدة بهذا النوع فى حالة زراعتــه بصــفة دائمــة ومســتديمة Mono culture ونسبة التكاثر تزيد ثلاثة مرات عن التكاثر على الحمص.

- نيماتودا التعقد على الجلاديولس:

Root-knot nematodes in Gladiolus corms :

تصاب كثير من أبصال الزينة بنيماتودا التعقد الجذرى مثل إبصال الجلاديــولس Gladiolus corms حيث تصيب الجذور أثناء موسم النمو والكورمـــات الصـــغيرة الحديثة النمو، Stolons ، Cromels، وتبقى بها وتنشط أثنـــاء الموســم الزراعـــى (شكل 26).

- وأهم الأنواع التى تصيبها:

Meloidogyne incognita, M. incognita acrtia, M. arenaria, M. javanica, M. hapla and M.Thamesi.

وتصاب الكورمات وأنسجتها بالقرب من leaf node وبجانب الجــذور ونســيج البريدرم Periderm الذى يفصل كورمة الأم عن الكورمه الوليدة الصـــغيرة وتظهـــر أناث النيماتودا لامعة ويمكن فصلها بسهولة من الأنسجة.

وإصابة الجلاديولس بالنيماتودا تسبب أمراضاً تورمية للأبصال وتقلل من إنتـــاج الزهور وكذلك حجم الكورمه الوليدة ويؤدى إلى زيادة تعفن جذور الكورمة وتصـــبح الكورمات المصابة أسفنجية الملمس كما تلعب النيمـــاتودا دورا هامـــا مـــع الفطـــر. *Fusarium oxysporum f.gladioli*.



بصلة مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى توضح وجود تقرحات وبقع داكنة اللون نتيجة الاصابة



تقريب وتكبير لمناطق القرح المصابة التى تحتوى على نيماتودا التعقد الجذرى لاحظ الالوان الداكنة والبنية نتيجة الاصابة ورد فعل النبات



ابصال زينة مزال عنها الأوراق الخارجية لتوضيح الاورام النيماتودية
T المصابة لنمو نيماتودا التعقد الجذرى - يلاحظ اصابة البصلة الام
M ايضا بالاورام النيماتودية والقرح الداكنة اللون
شكل رقم (26)

وتتقرح أنسجة الكورمه وتظهر عليها تورمات نيماتودية كما يوجد عليها وبداخلها الإناث المتضخم مع كتل البيض الجيلاتينية وتبدو خارجة من أنسجة الإبصال للخارج.

- نيماتودا التعقد الجذرى على البطاطس :

Root-knot nematodes, Meloidogyne spp. :

تصاب البطاطس بالعديد من الأنواع باختلاف مناطق العالم كالتالى:

أوروبا – شمال أمريكـا *M.hapla* ، فـى أفريقيـا وأسـيا *M.incognita* ، *M.javanica* ، جنوب أفريقيا

M.acronea ، (Columbia root-knot n.) *M.chitwoodi* ، *M.thamesi* .

وتظهر أعراض الانتفاخات Swellings على السطح الخارجة للدرنة. أسفل جلد الدرنة تتواجد أناث النيماتودا وأكياس البيض منطمرة فى أنسجة الدرنة وتنتشـر هـذه النيماتودا فى البطاطس المزروعة فى التربة الرملية الملائمة لنشـاط وتكـاثر هـذه النيماتودا – وتلعب البكتيريـا *Pseudomonas solanacearum* دوراً مهمـا مـع نيماتودا التعقد فى أحداث الأمراض المركبة ونتيجة الإصابة بنيماتودا التعقـد يلاحـظ وجود العقد النيماتودية على الجذور والدرنات. صغر حجم وعدد الـدرنات المنتجـة وانخفاض الصفات العامـة للـدرنات. كـذلك إصـابة الـدرنات ببكتريـا الـذبول (شكل 27، 28).

Pseudomonas solanacearum
M.hapla + Verticillium albo-atrum
M.incognita + Rhizoctonia solani

وتلعب الكائنات الدقيقة المصاحبة للنيماتودا دوراً شديداً فى الأمـراض المركبـة والتى تزداد ضراوتها فى وجود النيماتودا. وتصل نسبة الفقد فى المحصـول نتيجـة نيماتودا التعقد إلى 25% وتزداد النسبة كلما كانت الظروف البيئية المحيطـة مناسـبة لتكاثر ونمو النيماتودا.

– نيماتودا التعقد الجذرى على القطن :

Root-knot nematode parasitism of Cotton :

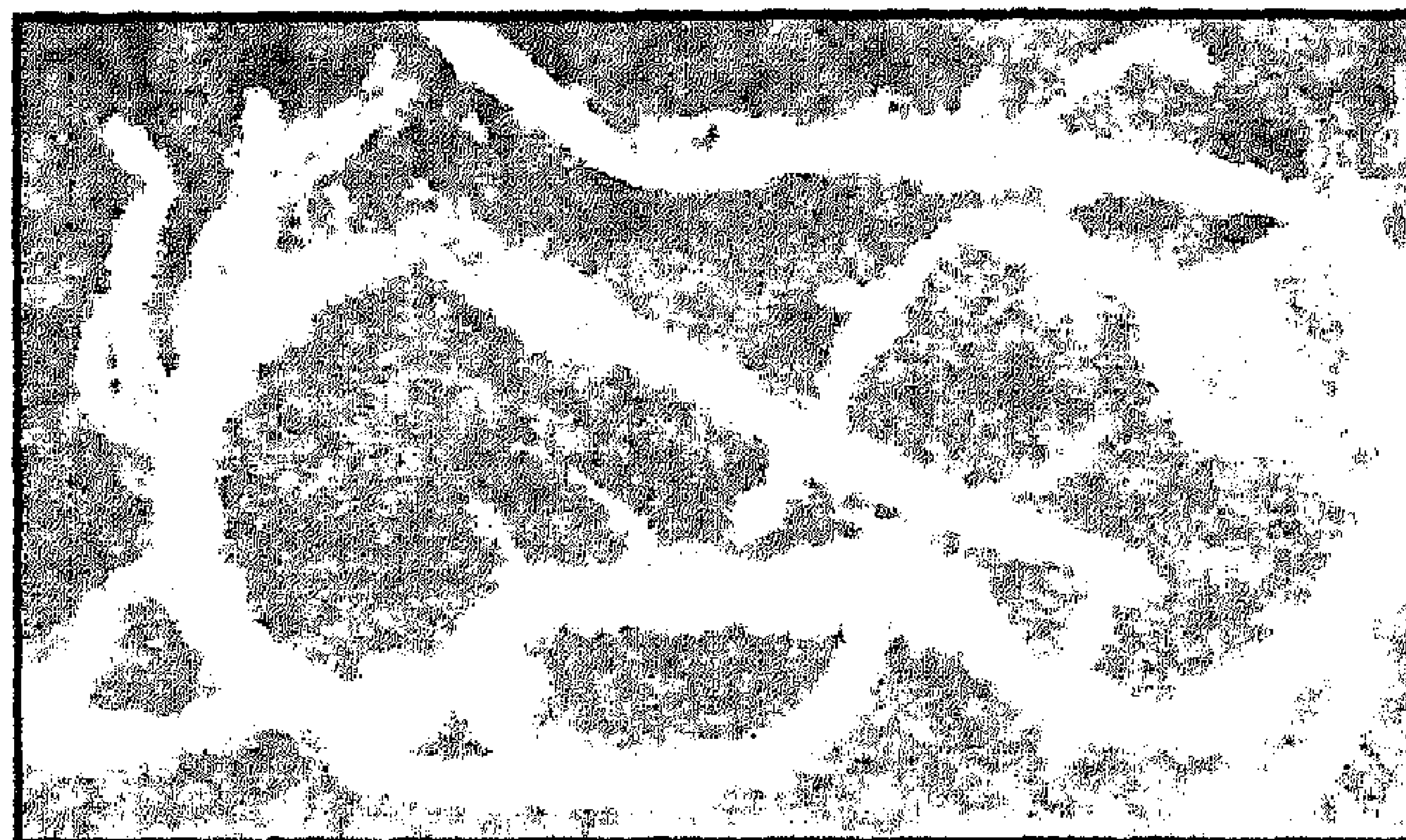
تصاب نباتات القطن بنيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne incognita* ولهذه النيماتودا سلالات عديدة مختلفة فى قدرتها المرضية وكذلك القدرة على أحداث إضرار اقتصادية وتتوقف أيضاً على أعدادها فى التربة. ودورة حياة هذه النيماتودا معــروف ووصفت سابقاً.

– مقدمة للأهمية الاقتصادية للقطن :

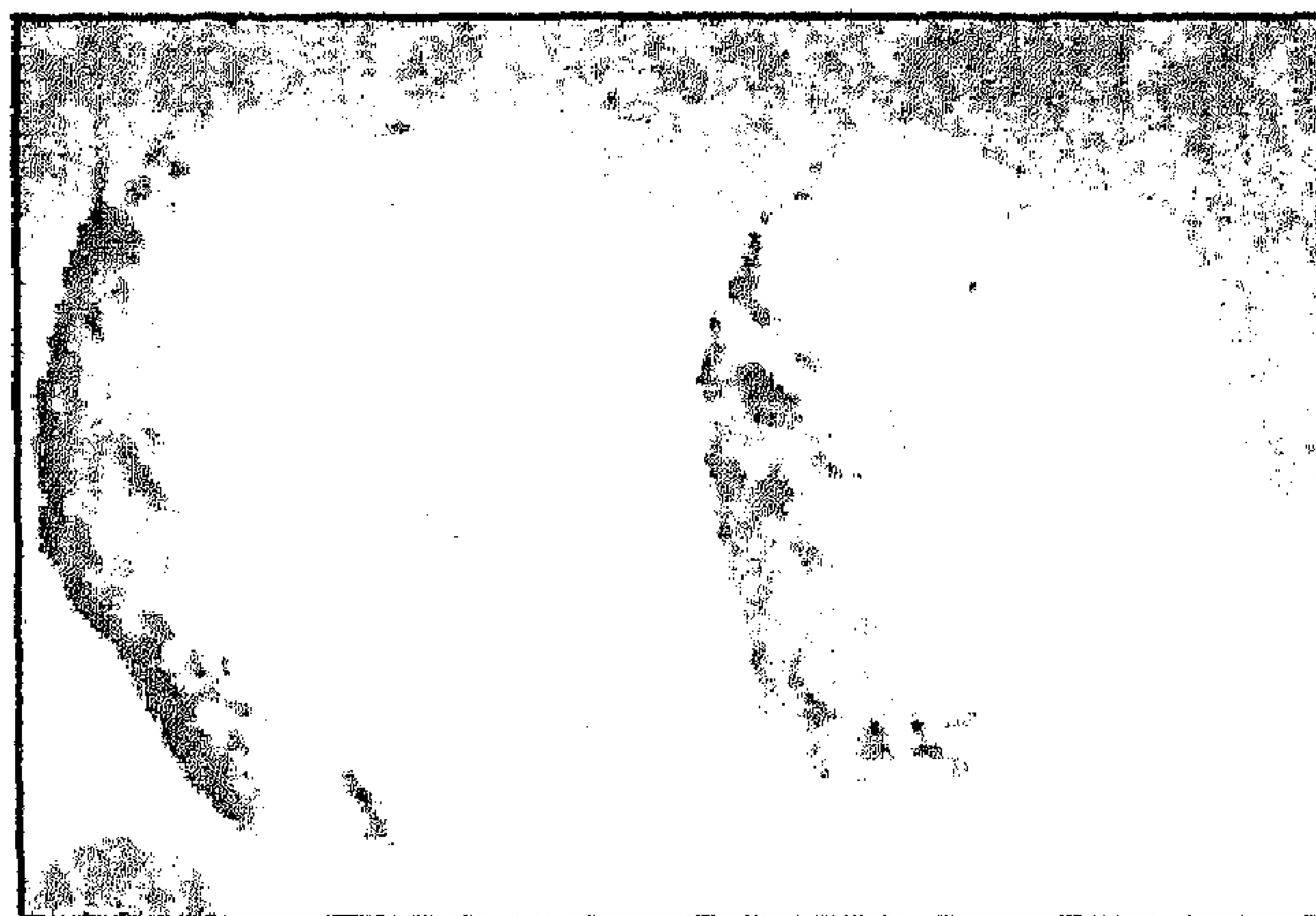
يعتبر القطن محصولاً هاما اقتصاديا فى جميع بلــدان العــالم وخصوصــاً فــى المناطق الدافئة. ولقد زرع القطن منذ آلاف السنين حيث ارتبط بالحضارات المختلفــة ونتيجة لأهميته ازدادت المساحة المزروعة منه وكذلك ازدادت مشاكله الإنتاجية. ومن هذه المشاكل والآفات التى تصيبه النيماتودا المتطفلة نباتياً. وتصل

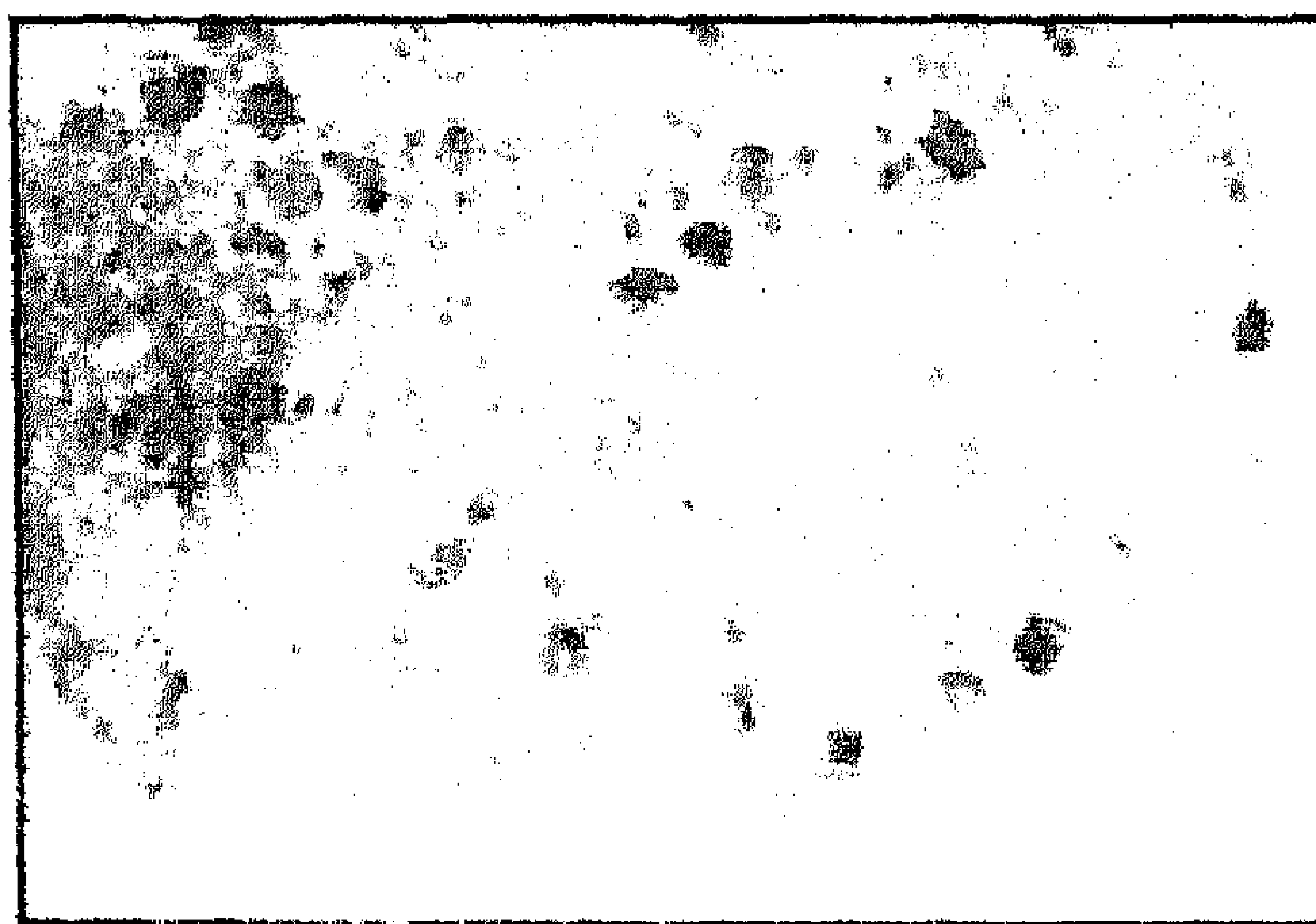


عقد نيماتودية على جذور نباتات البطاطس نتيجة الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى
Meloidogyne javanica
شكل رقم (27)



صورة توضح جذور موز مصابة بأورام نيماتودية – متسببة عن نيماتودا التعقد الجذرى
M.incognita


A


B

A- صورة توضح درنات بطاطس مصابة بشدة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* يلاحظ وجود الأورام الشاملة للدرنة كلها تشوه الدرنة بالكامل- عدم الصلاحية للتسويق والاستهلاك

B- شريحة من درنة بطاطس مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* المناطق الداكنة البنية تدل على أماكن وجود أناث نيماتودا التعقد الجذرى- وأكياس البيض.

شكل رقم (28)

نسبة الخسارة نتيجة النيماتودا مثلاً فى أمريكا إلى حوالى 3-6% وتزيد إلى أكثر من 50% فى بعض البلدان. وباستخدام مبيدات النيماتودا فى بعض المناطق الموبوءة بالنيماتودا ازداد المحصول بنسبة 20%.

- الأعراض المرتبطة بالمرض Associated-symptoms:

فى حالة نيماتودا التعقد الجذرى على القطن تكون العقد النيماتودية ذات أعداد قليلة وأحجام قليلة بالمقارنة مع العوائل الأخرى التى تصاب بنيماتودا التعقد مثل الطماطم والباذنجان والباميا (شكل 29). وشدة الإصابة بنيماتودا التعقد على القطن ترتبط دائما بالسلالة النيماتودية، الظروف البيئية ومراحل نمو النبات والكثافة العددية للنيماتودا. وقد تموت النباتات الصغيرة فى الأسبوع الأول من الزراعة نتيجة الإصابة. وتظهر النباتات الكبيرة فى العمر مراحل الذبول والتقزم وخصوصاً فى فترة الظهيرة فى الأيام الحارة حتى فى حالة وجود كمية كافية من الماء. وفى الأيام الحارة الجافة قد تموت النباتات الكبيرة.

- الأمراض المركبة Nematode- Disease Complex:

وهى علاقة مرضية بين نيماتودا التعقد الجذرى والفطر الفيوزاريومى *M.incognita +Fusarium oxysporum f. sp.vasinfectum* الذى يسبب ذبولا وعائياً للقطن ثم الموت. وفى حالة وجود النيماتودا مع أصناف قطن مقاومة للفطر فإن هذه المقاومة لا تنجح إلا إذا كانت النيماتودا غير موجودة وغير متطفلة. وتلعب النيماتودا دوراً تشجيعياً للفطر الممرض وتسبب زيادة فى نسبة وشدة الإصابة به Synergistic effect.

كذلك الفطر *Verticillium dahliae* يلعب دوراً خطيراً فى إصابة نباتات القطن مسبباً خسارة سنوية حوالى 3% وتلعب النيماتودا أيضاً دوراً هاماً فى انتشار هذا المسبب.

كذلك تلعب النيماتودا دوراً مع الفطريات التى تسبب Damping off وهـى فطـر Rhizoctonia وذلك فى طـور البـادرة Cotton seedling diseases ومـن أهمهـا *R.solani* والنيماتودا هنا هى نيماتودا التعقد الجذرى *M. incognita* وتلعب النيمـاتودا دورها الهام فى توفير فرص دخول الفطر إلى داخل الجذور.

وتلعب النيماتودا دورها فى تهيئة الجذور النباتية والنباتات من حيث الحالة الفسيولوجية للإصابة بالفطريات.

- نيماتودا التعقد الجذرى على البرسيم الحجازى :

Nematodes of alfalfa (*Medicago sativa*) Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne spp.* :

تتعرض زراعات البرسيم الحجازى للعديد من النيماتودا المتطفلة نباتياً التى تسبب الكثير من الخسائر الاقتصادية العالية مما يؤثر على إنتاج البذور كما تؤثر على خروج البادرات واستقرارها فى التربة بصورة شديدة وتؤدى الأمراض النيماتودية أيضاً إلـى فتح الطريق لكثير من المسببات المرضية الأخرى كالفطريات والبكتيريا الممرضة.

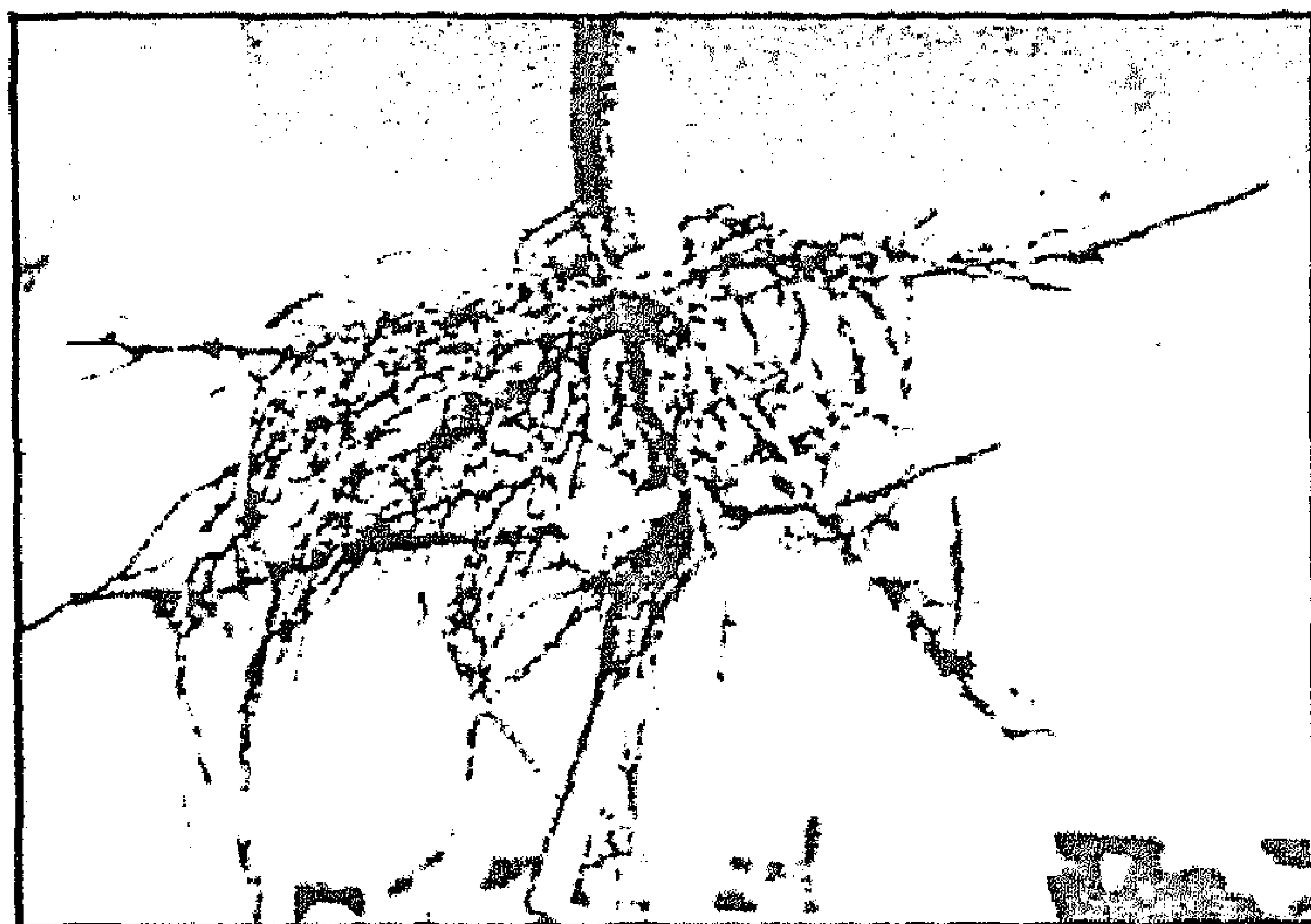
ولقد سجلت خمسة أنواع نيماتودية تابعة لجنس التعقد على البرسيم الحجازى وهى:

Meloidogyne hapla, Meloidogyne chitwoodi, Meloidogyne incognita, Medoidogyne javanica and Meloidoygne arenaria

وتظهر العقد النيماتودية على جذور البرسيم الحجازى وتؤدى إلى تفرعات جذرية كثيفة نتيجة الإصابة الشديدة بهذه النيماتودا. وتؤدى الإصابة أيضاً إلى انخفاض أعـداد النباتات فى الحقول وقلة النمو الخضرى كما تؤثر على الحالة الفسيولوجية للنباتات مما يؤدى إلى اجهادها وانخفاض انتاجيتها.



صورة توضح جذور نبات قطن مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* لاحظ أن العقد الجذرية النيماتودية صغير الحجم



صورة مقارنة لجذور القطن الغير مصابة – نفس عمر النباتات المصابة فى الصورة العليا

شكل رقم (29)

- ملاحظات على دورة الحياة :

تضع نيماتودا التعقد الجذرى البيض على سطح جذور البرسيم الحجازى خارجياً. دورة الحياة كالمعتاد تأخذ دورها داخل أنسجة الجذور مسببة تلفا للمنطقة الوعائية. تضع الأنثى من 400-800 بيضة فى كتل جيلاتينية.

- إدارة الآفة واعتباراتها Management considerations:

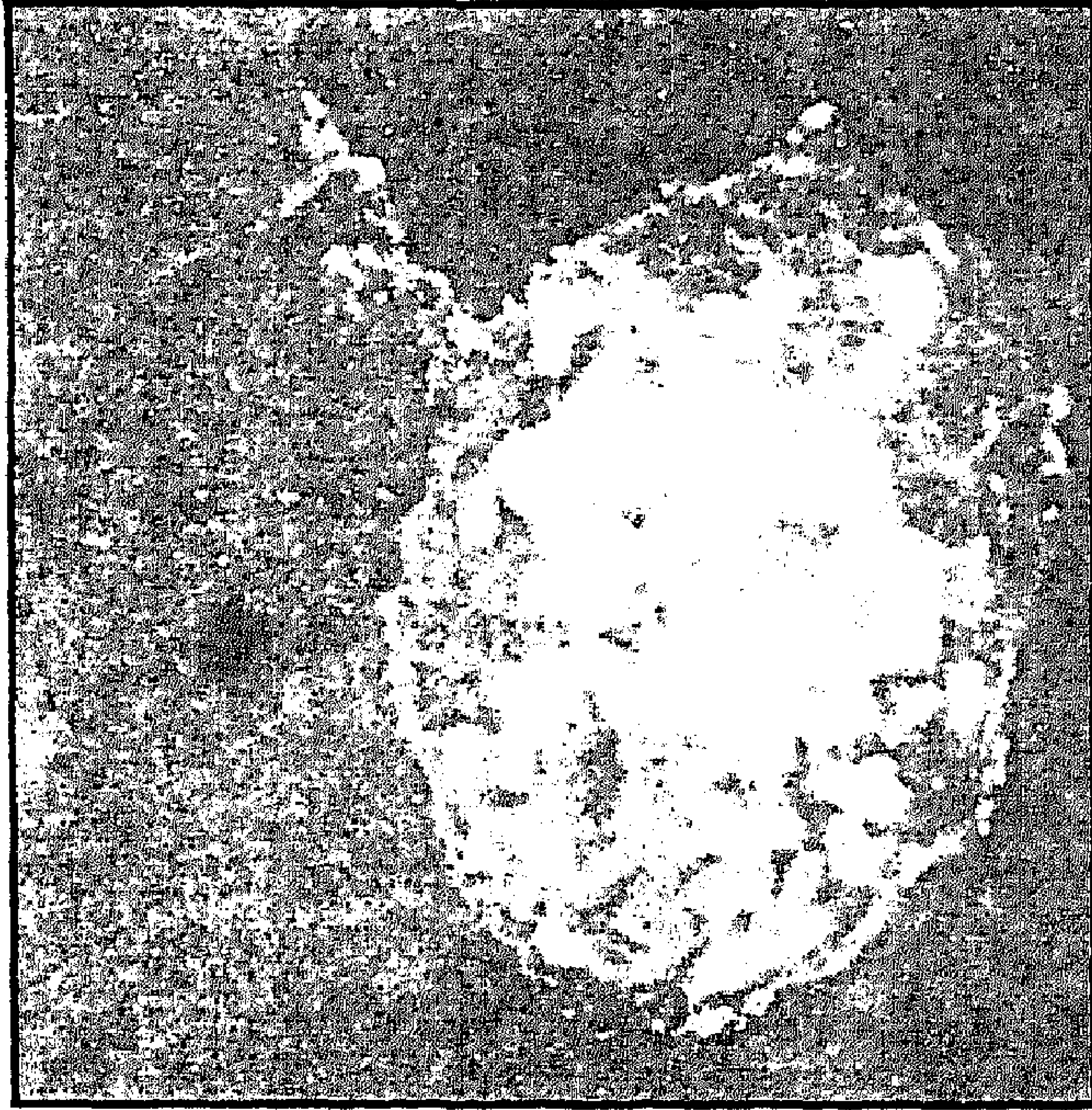
تحتوى الحقول المصابة على أنواع مختلطة من نيماتودا العقد الجذرى ولذا يصعب عمليات المكافحة - الطريقة الأمثل هى استخدام الأصناف المقاومة وهى قليلة وتتوافق مع ظروف بيئية معينة. استخدام مبيدات النيماتودا الكيماوية غير اقتصادى.

نيماتــودا الحويصـــلات

Cyst nematodes, *Heterodera spp.* and *Globodera spp.* :

تنتشر فى مناطق معينة من العالم وتختص بمناطق حاصة ومحاصيل معينة. وكلما كان المحصول يزرع بصفة دائمة monoculture سنويا كلما كان انتشارها وزيادة أعدادها أسرع وأشد. وهى متطفلات داخلية ساكنة- الطور اليرقى الثانى هو الطور المعدى الذى يتغذى على أطراف وجوانب الجذور. نتيجة التغذية تتكون خلايا متضخمة Syncytia حول رأس النيماتودا المتغذية وتبدو الإناث البالغة والحويصلات ملتصقة بالجذور خارجياً نتيجة للضغط على جدر الخلايا للخارج.

تعتبر الخلايا المتضخمة وعاء للمواد الغذائية Metabolic sinks وتبدو فى هذه النيماتودا العلاقات الخاصة جداً بين الطفيل والعائل. ونيماتودا الحويصلات لا تسبب تكوين عقد أو أورام galls ويحتوى جسم النيماتودا الأنثى البالغة على أكبر كمية من البيض وبعد موتها يصبح جدار الجسم هو الحويصلة التى تتحمل الظروف البيئية السيئة والجفاف وعدم وجود العائل لسنوات عديدة (شكل 30).



صورة حويصلة متصلبة من نيماتودا الحويصلات يخرج منها كتلة كبيرة الحجم من البيض . ويلاحظ ان حجم كتلة البيض اكبر من حجم الحويصلة مما يبين انها توجد داخل الحويصلة تحت تأثير ضغوط عالية

شكل رقم (30)

ويعتبر جنسى *Globodera, Heterodera* نظير أو توأم للجــنس *Fusarium* الفطرى فى شدته وتأثيراته على العائل. وتسبب هذه النيماتودا خسائر تقــدر بمئــات الملايين من الدولارات فى الولايات المتحدة وأوربا. ولهذه الأجناس سلالات متعــددة تختلف الأصناف فى قابليتها للإصابة بها كما تختلف المناطق فى شدة الإصــابة مــن منطقة لأخرى ولكن لا توجد أصناف مقاومة لجميع السلالات.

وهى متطفلات على الجذور وعلى السوق أسفل سطح التربة. النوع *H. trifolii* يتطور على السطح العلوى والسفلى لأوراق البرسيم الأبيض - تعــيش أنــاث هــذه النيماتودا متصلة بالجذر أو بداخله بعد موت الإناث يتصلب جدار الجسم ويحتوى على البيض الذى يمكن أن يبقى فى حالة سكون فى التربة لعدة سنين.

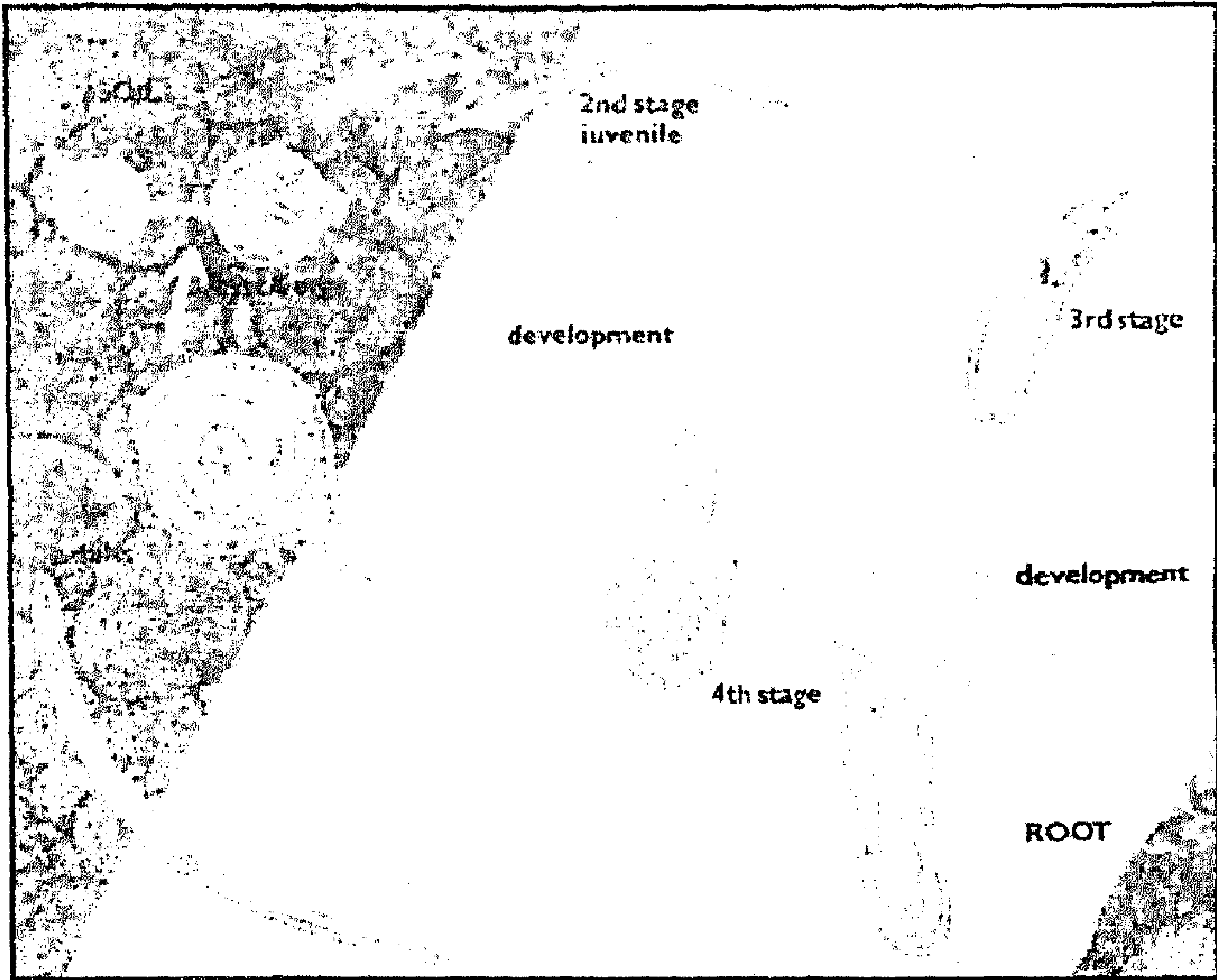
تعيش نيماتودا الحويصلات فى الجو البارد والقليل فى المنـاطق الدافئـة مثـل *H.rostochiensis* وتنتشر نيماتودا الحويصلات بالقوة الذاتية لمسافة لا تزيـد عـن 1متر بينما تنتشر بالزراعة إلى مسافات بعيدة وكذلك عن طريق نقل التربة والإنسـان والحيوان وآلات وماكينات المزرعـة. ويمكنهـا أن تنتشـر بالريـاح التـى تحمـل الحويصلات الجافة وكذلك عن طريق مياه الفيضان وكذلك عن طريق الأجزاء النباتية المصابة والدرنات خلافه.

والطور اليرقى الثانى هو الطور المعدى فى نيماتودا الحويصلات ويخـرج مـن الحويصلات إلى التربة بحثاً عن العائل (وهناك تخصص شديد بـين نـوع نيمـاتودا الحويصلات وبين العائل النباتى الخاص به والتى افرازاتـه تشـجع فقـس وخـروج وانجذاب اليرقات للجذور).

ويتطور الطور اليرقى الثانى داخل أنسجة العائل بعد أن يخترق قشـرة العائـل ويمزقها حتى تدفن رأس الطفيل فى خلايا البريسيكل Pericycle وبقية الجسم مـواز لمحور الجذر. الأنثى المتغذية هى الطور الضار. تفرز البيض فى كتل يختلف حجمها باختلاف النوع. يتم فى داخل الأنسجة تطور الطور اليرقى، إلى ثالث ثم إلى رابع ثـم إلى ذكر وأنثى بالغين. ويفصل بين كل طورين انسلاخ الظروف البيئية السـيئة وقلـة الغذاء المتاح تدفع إلى تكوين ذكور أكثر (شكل 31).

تصيب نيماتودا الحويصلات بأنواعها المختلفة مدى عائلى ضيق لكل نوع ولكـن هناك بعض الأنواع لها مدى عائلى واسع بدون وجود روابط عائلية نباتيـة. وهنـاك أمثلة كما يلى: الطماطم عائل للنوع *H.rostochiensis*، وكذلك *H.schachtii*.

ويعتمـد فقـس البـيض علـى الإفـرازات الجذريـة للعوائـل المتخصصـة: Root diffusates والتى تشجع فقس وحركة اليرقات من داخل البيض حتى اختراقه للجذور النباتية وهذه الإفرازات التى تعتبر مشجعة للفقـس Hatching stimulants يمكن أيضاً أن تنتج من الأوراق النباتية. كذلك تلعب رطوبة التربة وتهويتها ومساميتها دوراً أساسياً فى فقس البيض.



دورة حياة نيماتودا الحويصلات
شكل رقم (31)

كذلك تختلف الحويصلات المختلفة للأنواع المختلفة في مقــدرتها علــى تحمــل الجفاف وتلعب درجة الحرارة دوراً هاماً في فقس الحويصلات.

ونتيجة الإصابة بنيماتودا الحويصلات تظهر النباتات المصابة أعراضاً مرضــية مثل تقزم النباتات واصفرار المجموع الخضرى وتظهر أعراض نقص النيتروجين مع تفرع للجذور الجانبية مع ظهور أعراض انذبول ويظهر داخل الحقول المصــابة بقــع مريضة مصفرة ومتقزمة وفى حالة النوعين *H.rostochiensis, H. schachtii* فإن البقع المصابة تظهر عندما يكون متوسط كثافة النيماتودا 10 بيضة/جم تربة وينتهــى المحصول وتموت النباتات عند نسبة 100 بيضة/جم تربة. وقد لا تظهــر الأعــراض حتى مستوى 40 بيضة/جم تربة.

والتعداد الأولى للنيماتودا وميعاد الزراعة يؤثران بشــدة علـــى درجــة إصـــابة المحصول. ونتيجة التغذية على الجذور تتكون ما يسمى خلايا عملاقــة Giant cells كما فى نيماتودا تعقد الجذور. وقد تتكون الخلايا العملاقة فى القشــرة، الأنـــدودرمس والبيريسكل وخلايا برانشيمة الخشب وذلك فى أنسجة البطاطس. ويمكــن أن تتكســر خلايا النسيج الوعائى بحيث تؤثر على انتقال وحركة المياه والعناصر الغذائيـــة ممـــا يؤدى إلى ظهور أعراض الذبول ونقص العناصر الغذائية.

ونتيجة غزو الجذور بالنيماتودا فإن النباتات تختلف في درجة مقاومتهـــا للغـــزو ويظهر ذلك بدرجات مختلفة.

1- **نباتات منيعة:** حيث لا غزو Immune.

2- **مقاومة:** تغزوها النيماتودا ولكن Resistant.

أ- تفشل اليرقات فى التطور عن الطور اليرقى الثانى.

ب- بعض اليرقات تتطور للطور اليرقى الثالث.

ج- بعض اليرقات تتطور إلي ذكور وتغيب الإناث أو تصبح قليلة العدد.

د- تتطور إلى كلا الجنسين والإناث قليلة.

3- **نباتات قابلة للإصابة susceptible:** وتنتج أناث بأعداد كبيرة.

وتختلف شكل الحويصلات باختلاف الأنواع وهنـــاك ثلاثـــة أشـــكال مســـتديرة Round، شكل الكمثرى Pear shaped، شكل الليمون Lemon-shaped.

Round cyst, *H. tabacum, H.rostochiensis, H. leptonepia*

Pear- shaped cyst, *H.punctata* بيضاوية- متطاولة

Lemon-shaped cyst. غالبية الأنواع

ويختلف لون الحويصلة باختلاف درجة نضـــجها (أبـــيض – أصـــفر – بنـــى)، أبيض – بنى.

- أهم أنواع نيماتودا الحويصلات :

H.leptonepia, H.rostochienses, H.tabacum, H.punctata, H.carotae, H.cruciferae, H.fici, H.gottingiana, H. cyperi, H.avenae, H.glycines, H.oryzae, H. Sacchari, H. schachtti and H. trifolii.

- نيماتودا حويصلات البطاطس :

(Golden nematodes) *Globodera rostochiensis* :

من أخطر الأنواع التى تصيب البطاطس - الأناث الكاملة النضج تأخذ اللون الذهبى - لها سلالات عديدة تختلف فى قدرتها المرضية. وهى نيماتودا ذات درجة عالية من التخصص والنجاح على البطاطس. وهى نيماتودا داخلية التطفل ساكنة Sedentary endoparasites - الإناث تتضخم وتصبح مستديرة عند تمام البلوغ على شكل دورق flask وتتحول الأنثى إلى كيس ممتلأ بالبيض بعد موتها (500 بيضة) بها الأطوار اليرقية الثانية فى حالة سكون Quiescent ويحتاج البيض داخل الحويصلات إلى منبه خارجى للفقس. هذا المنبه يفرز من المجموع الجذرى للعائل (البطاطس) وبدونه تظل اليرقات ساكنة داخل الحويصلات. كذلك تلعب الظروف البيئية عاملاً هاماً فى هذا الشأن وخصوصاً الحرارة والرطوبة. ويعتبر غياب العائل ذو دور مهم فى بقاء الحويصلات ساكنة (شكل 32).

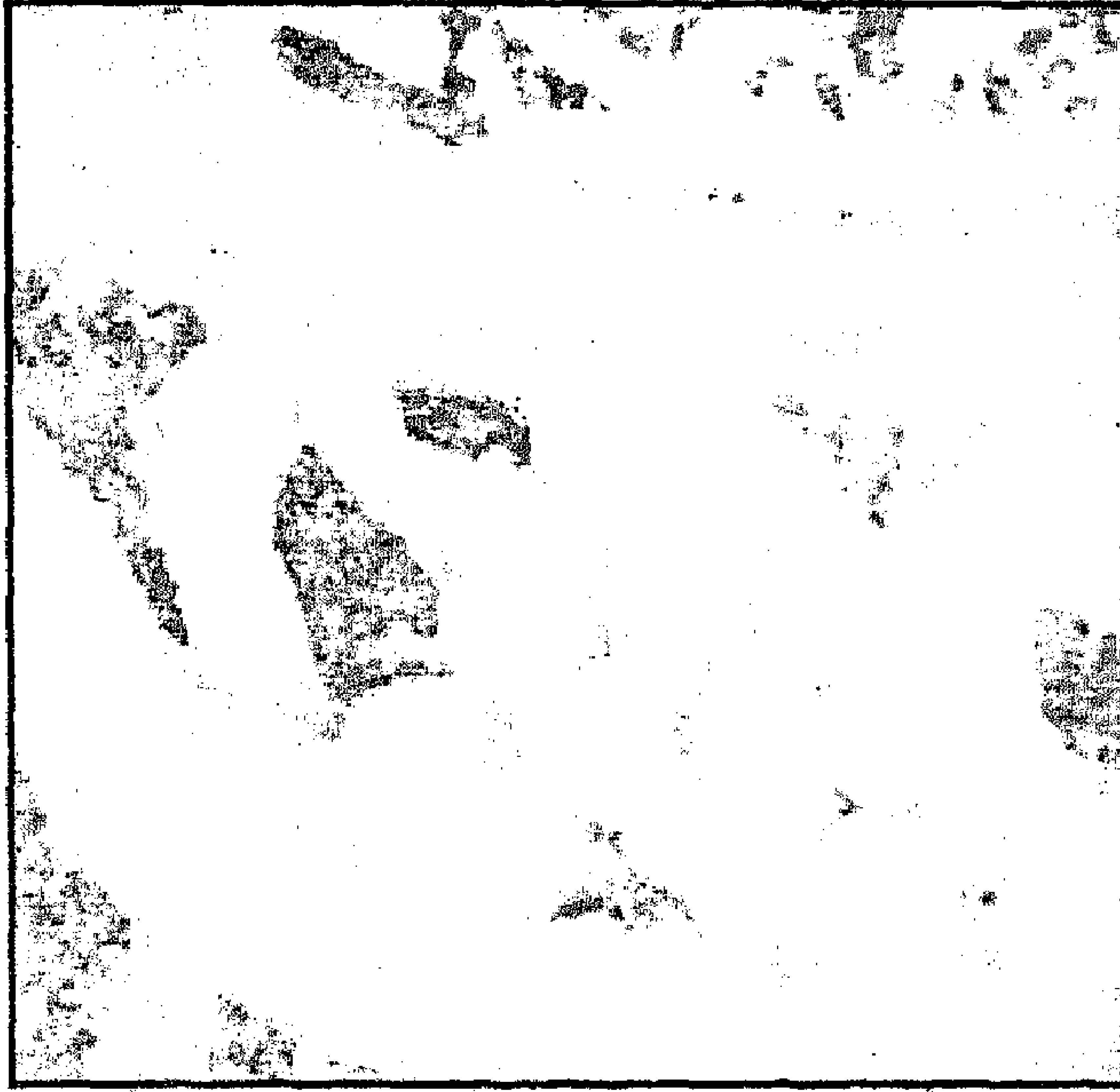
الطور اليرقى المعدى هو الطور اليرقى الثانى الذى يخترق الجذور بالقرب من قمة الجذور ويخترق الخلايا مسبباً تدميرها. تتم التغذية على خلايا البريسيكل - القشرة والاندودرمس ويتم امتصاص محتوياتها وتتم تغييرات هستولوجية فى الخلايا المتغذى عليها فتكبر فى الحجم ويصبح السيتوبلازم كثيف ومحبب. ويتم تطور اليرقات فى 2-3 شهر ويتوقف ذلك على درجة الحرارة (يتم ثلاث انسلاخات) حتى تصل إلى مرحلة البلوغ ويتم التمييز الجنس فى الطور اليرقى الثالث. وبعد تمام نمو الذكر يترك الجذر إلى التربة وهو ذو شكل دودى 1مم فى الطول وهو لا يتغذى. أما الأنثى فتكبر

فى الحجم نتيجة نمو غددها الجنسية وتتمزق خلايا القشرة نتيجة لذلك وتخـرج إلـى خارج الجذر وتبقى الرأس والعنق فقط داخل أنسجة الجذر ثم تفـرز الأنثـى بعـض المركبات الجنسية (فيرمونات جنسية) جاذبة للذكور ويتم التلقيح الذى يعتبر ضـرورياً فى هذا الجنس *Globodera spp.* والذين يتجمعوا حول منطقة المهبل فـى الأنثـى. وتحتاج الأنثى عدة لقاءات جنسية مع عدة ذكور.

يتم نضج وتطور الجنين داخل البيض حتى يتكون تكوين الطور اليرقـى الثـانى ويبقى البيض بداخل جسم الأنثى التى سرعان ما تموت ويتحول الكيوتيكل إلى جـدار صلب جلدى يحتوى على 500 بيضة. وعند حصاد البطاطس تنزاح الحويصلات مـن على الجذور إلى التربة وتبقى لفترات طويلة. وعند زراعة البطاطس وتفرز الجـذور إفرازاتها تشجع اليرقات للخروج من البيض وتعاد دورة الحياة. ولهذه النيماتودا جيـل واحد فى العام (شكل 33، 34).



حقل مصاب بنيماتودا حويصلات البطاطس *H.rostochiensis* لاحظ البقع الضعيفة النمو نتيجة الإصابة



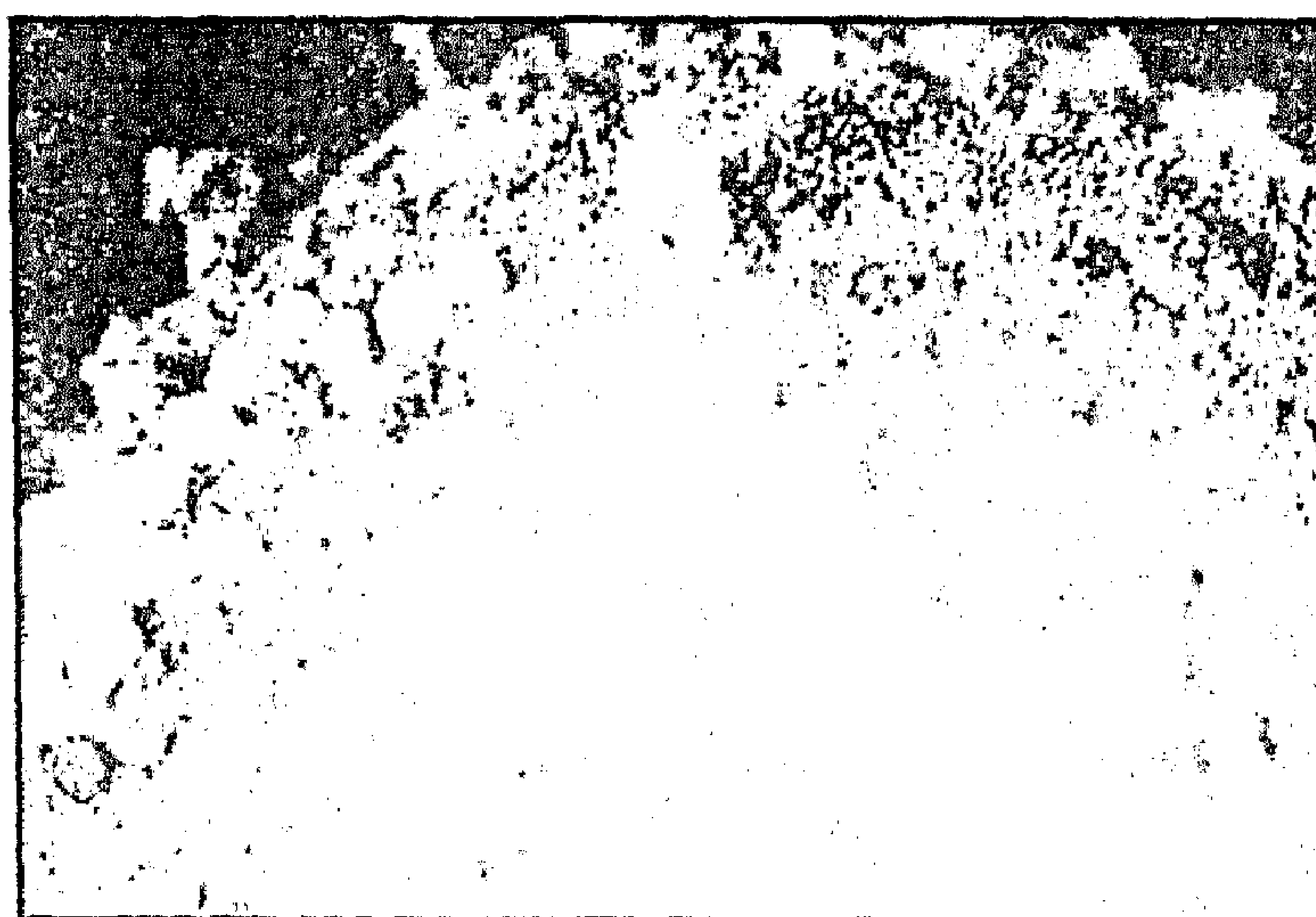
حويصلات النيماتودا الذهبية



تكبير لأماكن النباتات الضعيفة والميتة نتيجة الإصابة

شكل رقم (32)





A جذور بطاطس تعرض شكل حويصلات نيماتودا البطاطس *G.rostochiensis* متعلقة على الجذور B وداخل انسجة الدرنات

شكل رقم (33)



إناث بالغة وحويصلات نيماتودا *G.rostochiensis* على جذور نباتات البطاطس
شكل رقم (34)

وعند عدم زراعة العائل تخرج ثلث اليرقات من البيض إلى التربة ويبقى البـــاقى لفترات تصل إلى 30 عاماً.

وتتميز المناطق المصابة بنيماتودا الحويصلات بظهور بقع فقيرة النمو فى وســط المزروعات والنباتات منها صفراء المظهر واللون وصغيرة الحجــم عــن مثيلاتهــا السليمة مع نمو خضرى ضعيف.

ولقد بلغت نسبة الخسائر للهكتار 2.24 طن مترى / هكتار نتيجة وجود نيمـــاتودا حويصلات البطاطس حيث كانت نسبة التلوث 20 بيضة / جم تربة.

وأهم العوائل النباتية لهذه النيماتودا: البطاطس – الطماطم – الباذنجان وبعــض حشائش العائلة الباذنجانية.

وقد لا تظهر الأعراض المرضية قبل سنوات وقد تصل الخسائر إلى 15% قبل أن تظهر أعراض مرضية التى تتوقف أساساً على التعداد فى التربة. وتصاب الجذور بالنيماتودا قبل خروج المجموع الخضرى ونموه.

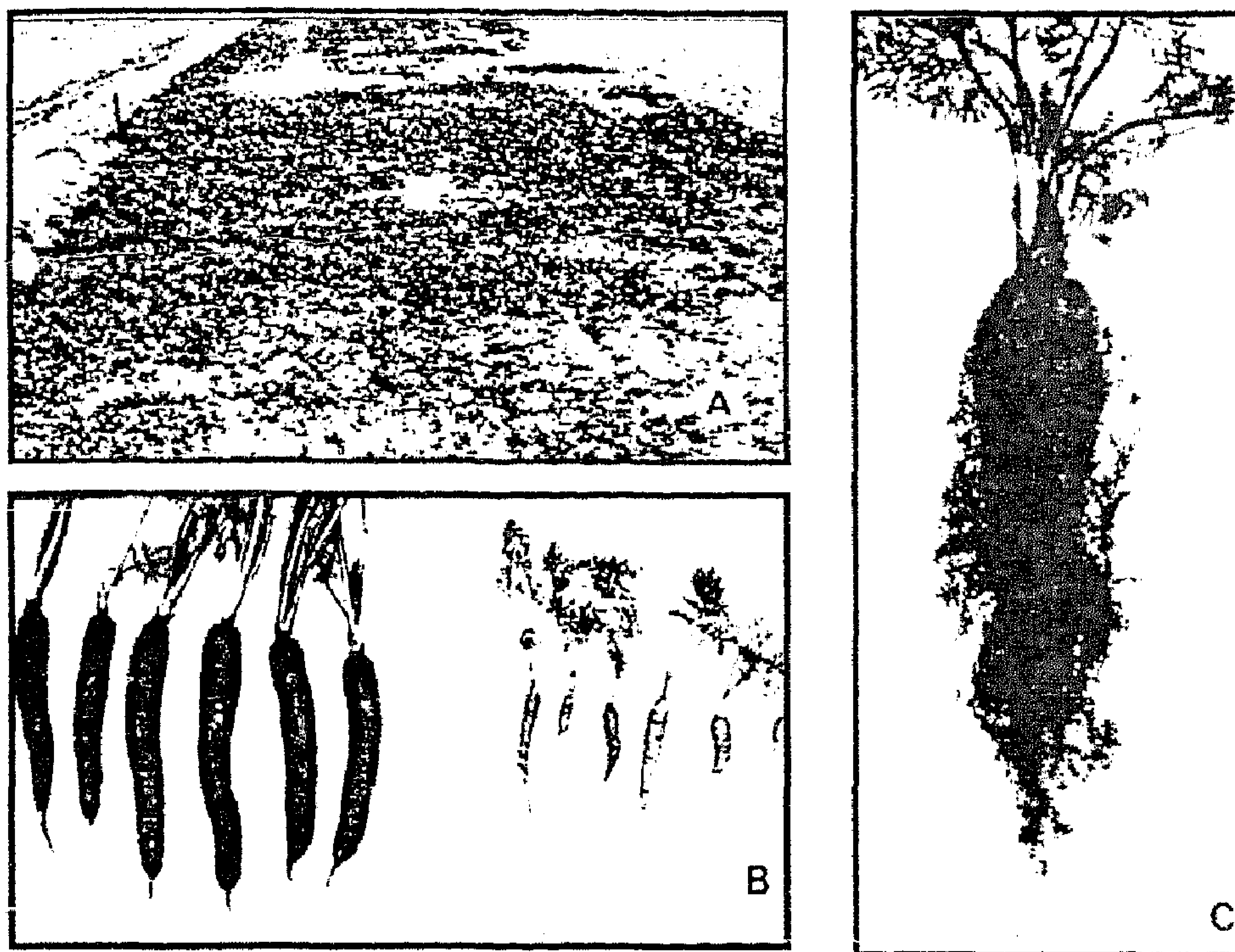
- نيماتودا حويصلات الجــزر :

***Heterodera carotae*, a destructive nematode of carrot:**

وتنتشر فى أغلب دول العالم ذات الطقس البارد، وهى حويصلات صغيرة الحجم وأصغر من جميع حويصلات الأنواع الأخرى وهى ذات شكل ليمونى ولها مدى عائلى ضيق جداً – حويصلاتها التامة النمو بنية الشكل تحتوى على حوالى 100 بيضة. ويحتاج البيض الحديث الوضع إلى فترة شهرين قبل أن يستطيع الفقس – لها 1-2 جيل خلال موسم نمو الجذر.

والنباتات المصابة تكون متفرقة والمجموع الخضرى محمر والجذور صغيرة وغير قابلة للتسويق ولها جذور جانبية كبير تأخذ شكل اللحية – تظهر الإصابة كمناطق صغيرة فى البداية سرعان ما تشمل الحقل كله – تظهر جميع الأعراض التشريحية الداخلية نتيجة نمو النيماتودا وتطورها (شكل 35).

فى الحقول الملوثة ب (8، 16، 32 بيضة/سم^3 تربة تكون الخسائر فى المحصول 20، 50، 80%) وتظهر الإصابة والتلف على الجزر فى الربيع وشهور الصيف وفى بعض المناطق يظهر التلف من سبتمبر – يونيه . وعندما يتأخر ميعاد حصاد وجمع الجزر تزداد أعداد النيماتودا ويزداد التلف عند درجة حرارة 25°م ينخفض اختراق النيماتودا للجذور وتكاثرها يقل.



صورة توضح تأثير نيماتودا حويصلات الجزر *H.carotae* على نباتات وجذور الجزر.

A- حقل جزر مصاب بالنيماتودا. لاحظ وجود بقع خالية من النباتات. والنمو الضعيف لباقى النباتات المتقزمة.

B- مقارنة بين نباتات وجذور جزر مصابه (يمين) وسليمة (يسار) لاحظ الفرق فى الحجم النهائى للنباتات والجذور الجاهزة للتسويق والاستهلاك.

C- جذر جزر مصاب بالنيماتودا - لاحظ التفرع الشديد للجذور الثانوية.

شكل رقم (35)

- نيماتودا حويصلات البنجر، نيماتودا بنجر السكر :

Sugar beet nematode, *Heterodera schachtii*:

هذه النيماتودا من أخطر الأنواع على بنجر السكر وتلعب هى ذاتها دورا شـديداً فى التطفل على الكرنب فى ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية.

وتصيب بنجر السكر، وبنجر المائدة، الكرنب، والبطاطا والفجل والسبانخ وتبـدو الأعراض على الكرنب فى صورة تقزم النباتات وموت بعضها وقلة عـدد النباتـات بالحقل وانخفاض حجم الجذور وتظهر الحويصلات البيضاء والبنيـة علـى الجـذور (شكل 36).

الإناث تكون خارج الجذور والرأس فقط داخل الأنسجة، للنيماتودا 5 أجيال فـي موسم بنجر السكر. وتحتوى الحويصلات على عدد من البيض يتراوح مـن 80-650 بيضة. يمكن أن توجد الحويصلات على عمق 10-20سم ووجدت على عمق 140سم تعيش اليرقات داخل الحويصلات 6-15 سنة.

تستطيع النيماتودا أن تنتقل ذاتياً 15-25م فى السنة - المـاء عامـل هـام فـى انتشارها والأمطار الشديدة ومياه الرى والفيضانات وكذلك الشتلات المصابة والريـاح والحيوانات والإنسان والعربات من مصادر التلوث السائدة.

تستطيع أن تحيا فى أنواع تربة متعددة طينية، رملية، عضوية وصناعية ولكـن الأفضل التربة الرملية بينما الطين والسلت أقل ملائمة.

وتظهر نيماتودا حويصلات الكرنب على الكرنب والمتسببة عـن *Heterodera cruciferae* التى تتداخل مع المدى العائلى لنيماتودا البنجر *H.schachtii*.

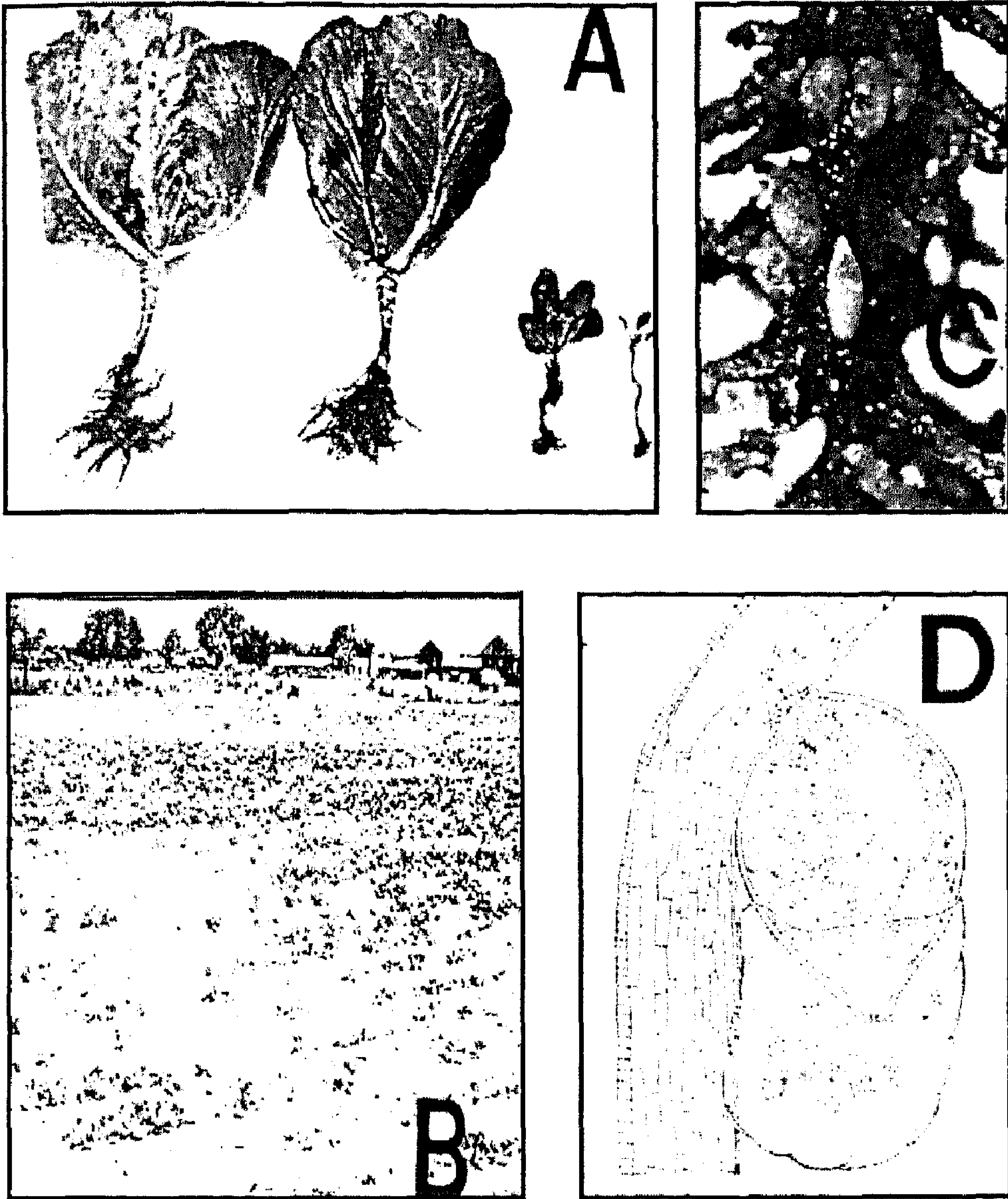
- نيماتودا حويصلات فول الصويا :

Soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*:

آفة شديدة الخطورة ومنتشرة فى جميع بقاع العالم يمكنها أن تصيب مدى عـائلى يزيد على 500 عائل نباتى تسبب أعراضا شديدة على جميع أجزاء النبات.

النباتات المصابة متقزمة - صفراء من أسفل إلى أعلى - نباتات ميتة فى حالـة زيادة الإصابة. الأوراق صفراء صغيرة. الأزهار تقل فى الحجم والإنتاج. القرون تقل فى الحجم والإنتاج. الجذور يتكون عليها جذور جانبية - قلة بكتيريا العقـد الجذريـة Nodulation وظهور التعفن الجذرى. (شكل 37، 38).

نتيجة الإصابة نجد النباتات المصابة تنـتج 2.4-10.7 قـرن للنبـات مقارنـة بـ 38 قرن فى النباتات السليمة. تنتشر الإصابة فى الحقل من بقع صغيرة إلـى كـل الحقل فى 2-3 سنين ويزداد الضرر ويشتد كلما قلة نسبة المادة العضوية فى التربة.



A- يسار كرنب سليم - يمين كرنب مصاب بنيماتودا الحويصلات *H.schachtii*.
B- أعراض الإصابة فى حقل مصاب وملوث بالنيماتودا (غياب الكثير من النباتات).
C- إناث خارج جذر الكرنب.
D- رسم توضيحى لكيس البيض مع أنثى متغذية على جذر كرنب.
شكل رقم (36)



نيماتودا حويصلات فول الصويا على المجموع الجذرى *H. glycines*



مقارنة بين نباتات فول صويا سليمة شمال واخرى مصابة بنيماتودا الحويصلات *H.glycines*
يمين لاحظ تقزم وصغر حجم النباتات وضعفها
شكل رقم (37)



نباتات فول صويا نامية فى حقل ملوث بشدة بنيماتودا حويصلات فول الصويا *H.glycines* وتبدو النباتات المصابة متقزمة وضعيفة بشدة مع موت كثير من النباتات نتيجة الإصابة
شكل رقم (38)

تحتوى الحويصلة على 200-450 بيضة دورة الحياة قصيرة - توجد اليرقات حتى عمق 150سم والحويصلات حتى عمق 100سم (شكل 39).

جمعت حويصلات النيماتودا من التربة الملتصقة بالآلات (4.156 حويصلة لكل رطل تربة) فى فترة الحصاد.

- نيماتودا حويصلات التين The fig cyst nematode, *Heterodera fici*:

وهذا النوع من الحويصلات ينتمى إلى مجموعة *Heterodera schachtii* حيث أنها ليمونية الشكل. تصيب أشجار التين المأكول فى بلدان العالم المختلفة وكذلك تين الزينة.

التين المأكول *Ficus carica* وهو من فواكه منطقة البحر الأبيض المتوسط وباكستان وتصيب تين الزينة مثل *F.benghalensis* ، التين البنغالى *F.elastica*.

تحتوى الحويصلة على 200-250 بيضة - دورة الحياة على تين الأكل تستغرق شهرين من الحويصلة للحويصلة لها أكثر من جيل فى العام. تتأثر الشتلات الصـغيرة بصورة أشد من النباتات الكبيرة (شكل 40).

- نيماتودا حويصلات الذرة Cyst nematode of corn, *Heterodera zeae*:

تعتبر من أهم وأخطر أنواع النيماتودا على الذرة ومن أشد أربعـة أنـواع مـن نيماتودا الحويصلات وأكثرهم أهمية. وتنتشر انتشاراً واسعاً فى دول العـالم المختلفـة وتسبب تقزم النباتات وأصفرارها وتصبح الأوراق رفيعة وتسبب تدهوراً شديداً للـذرة حتى فى حالة الاهتمام بالظروف الزراعية والتسميد. وتصب مدى عائلى يتراوح بـين الذرة، oats - أرز المستنقعات. الشعير - milo- حشيشة السودان- القمـح وهـى تعتبر ما عدا الذرة عوائل فقيرة. تنتشر فى جميع أراضى الذرة ولا تتقيد بنوع تربـة محدد شكل (41-45).

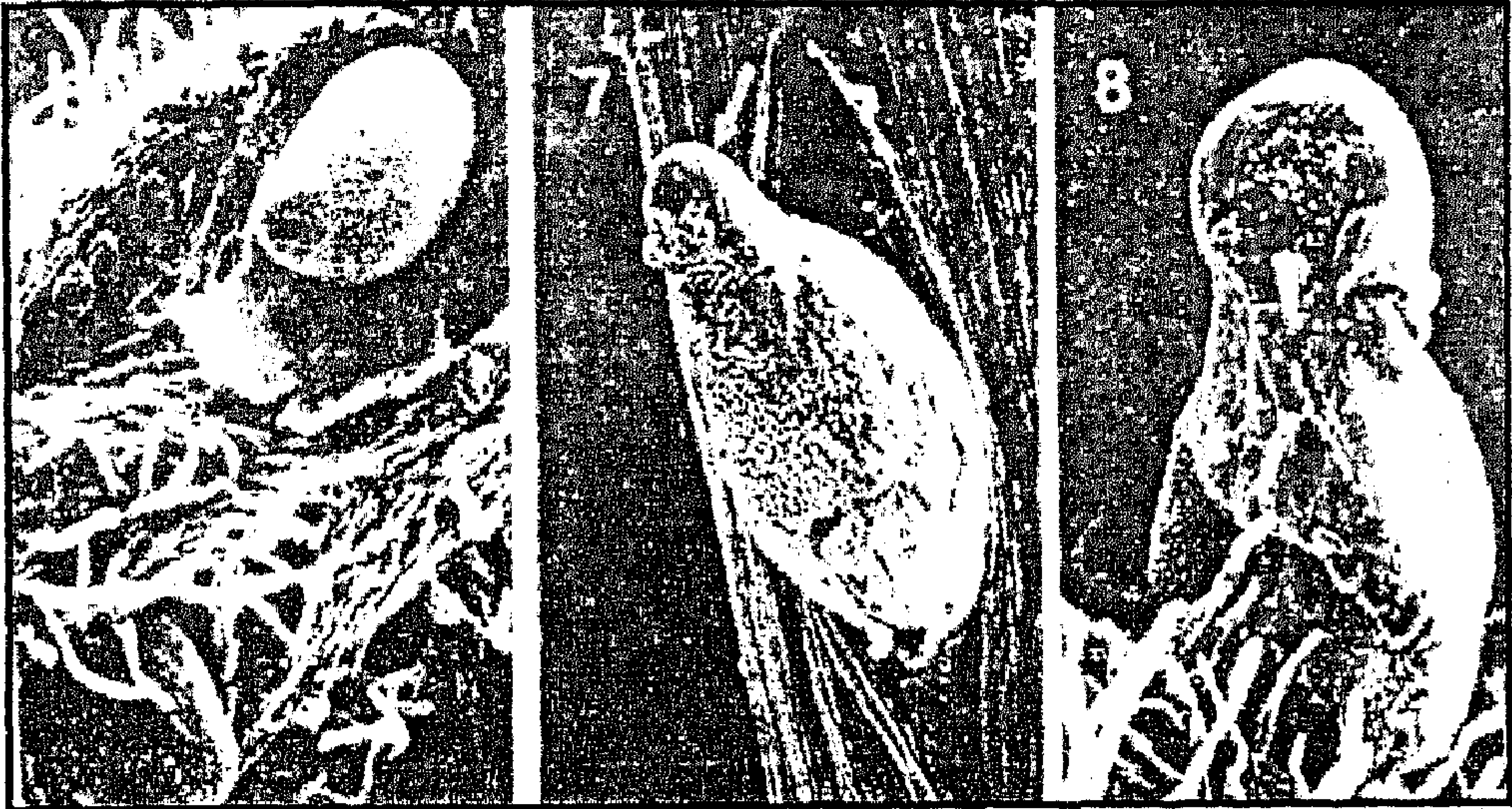
- نيماتودا حويصلات البسلة:

The pea cyst nematode, *Heterodera goettingiana*:

تتطفل وتهاجم نباتات العائلة البقولية Leguminous crops تنتشر بشـدة فـى أوروبا وحوض البحر المتوسط واليابان وأمريكا.

وتصيب الفول البلدى، والبسلة، وفول الصويا والبرسيم الحجـازى والفاصـوليا والحمص والبرسيم والعدس والترمس. والحويصلات ليمونية الشكل.





صورة مكبرة بالميكروسكوب الالكترونى

صورة(3) توضح دخول نيماتودا حويصلات فول الصويا جذر فول صويا من خلال تلف ميكانيكى تحدثه بجذر الخلايا(طور يرقى ثانى) وذلك بعد يوم واحد من العدوى.

صورة (4) طور يرقى ثالث منتفخ ومتدلى من الجذور 6 يوم بعد العدوى.

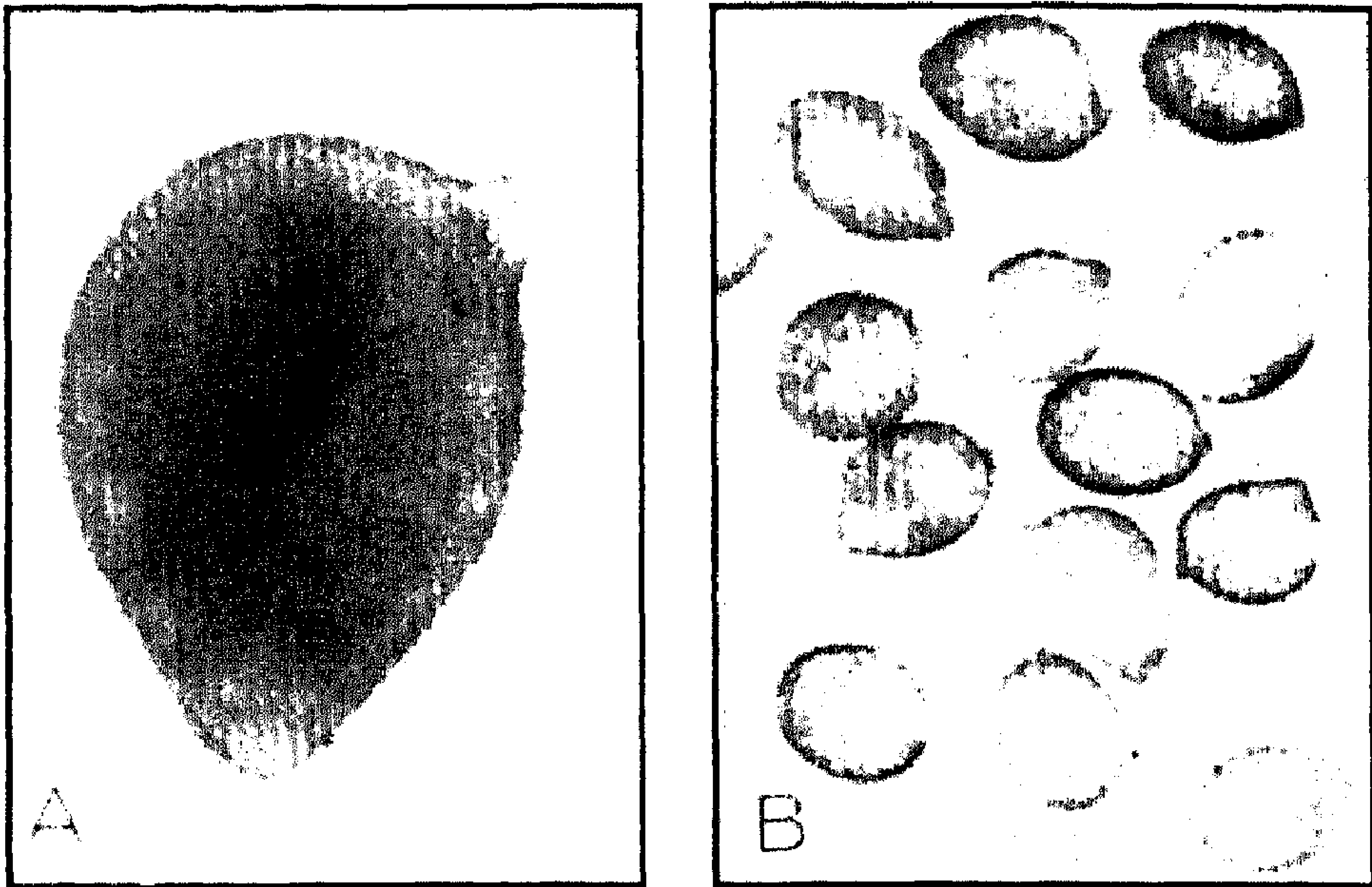
صورة (5) طور يرقى رابع متطاول.

صورة(6) طور يرقى رابع بيضاوى.

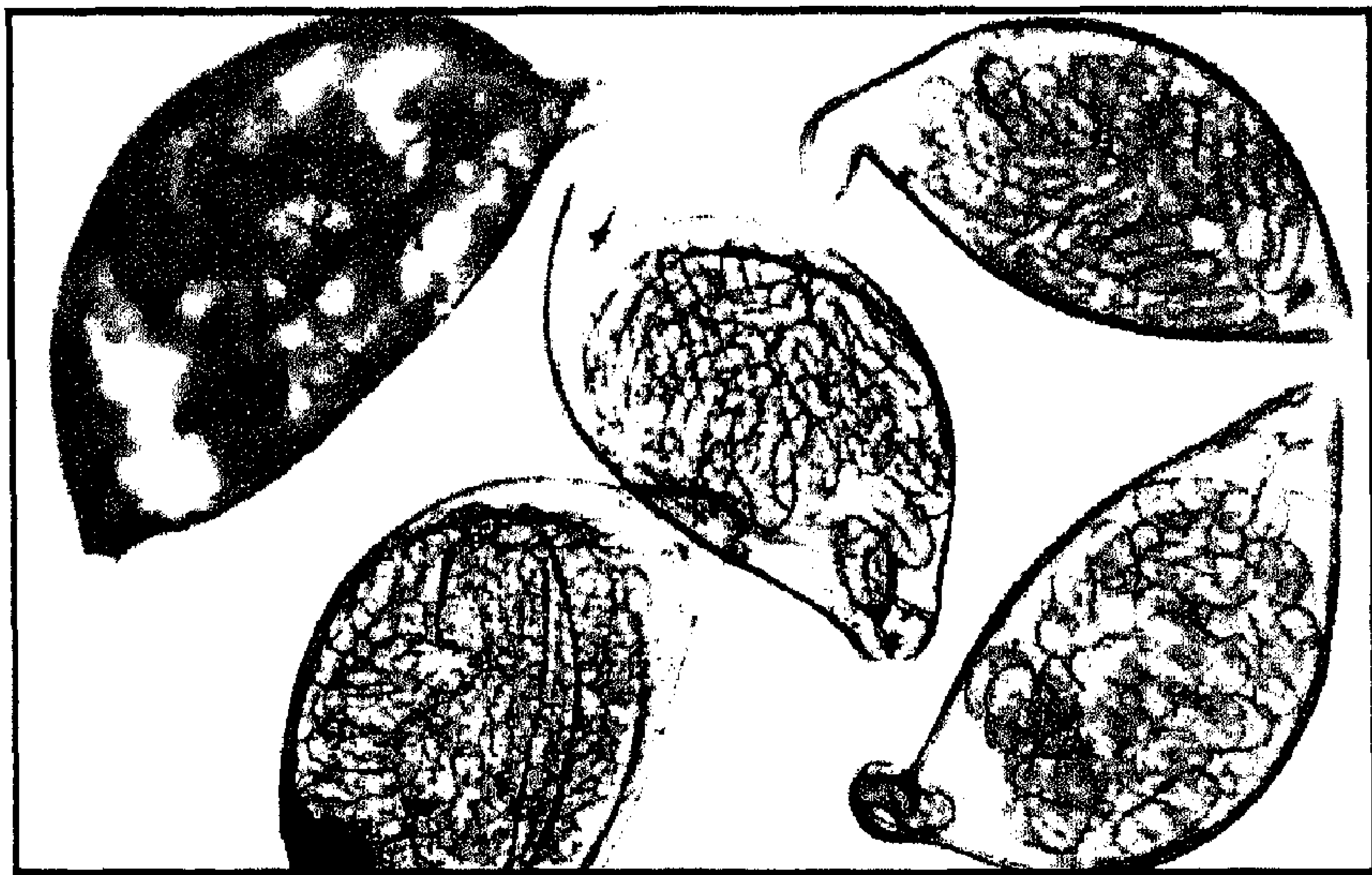
صورة (7) أنثى بالغة وبداية تكوين كيس البيض.

صورة (8) أنثى بالغة بكيس بيض كبير.

شكل رقم (39)

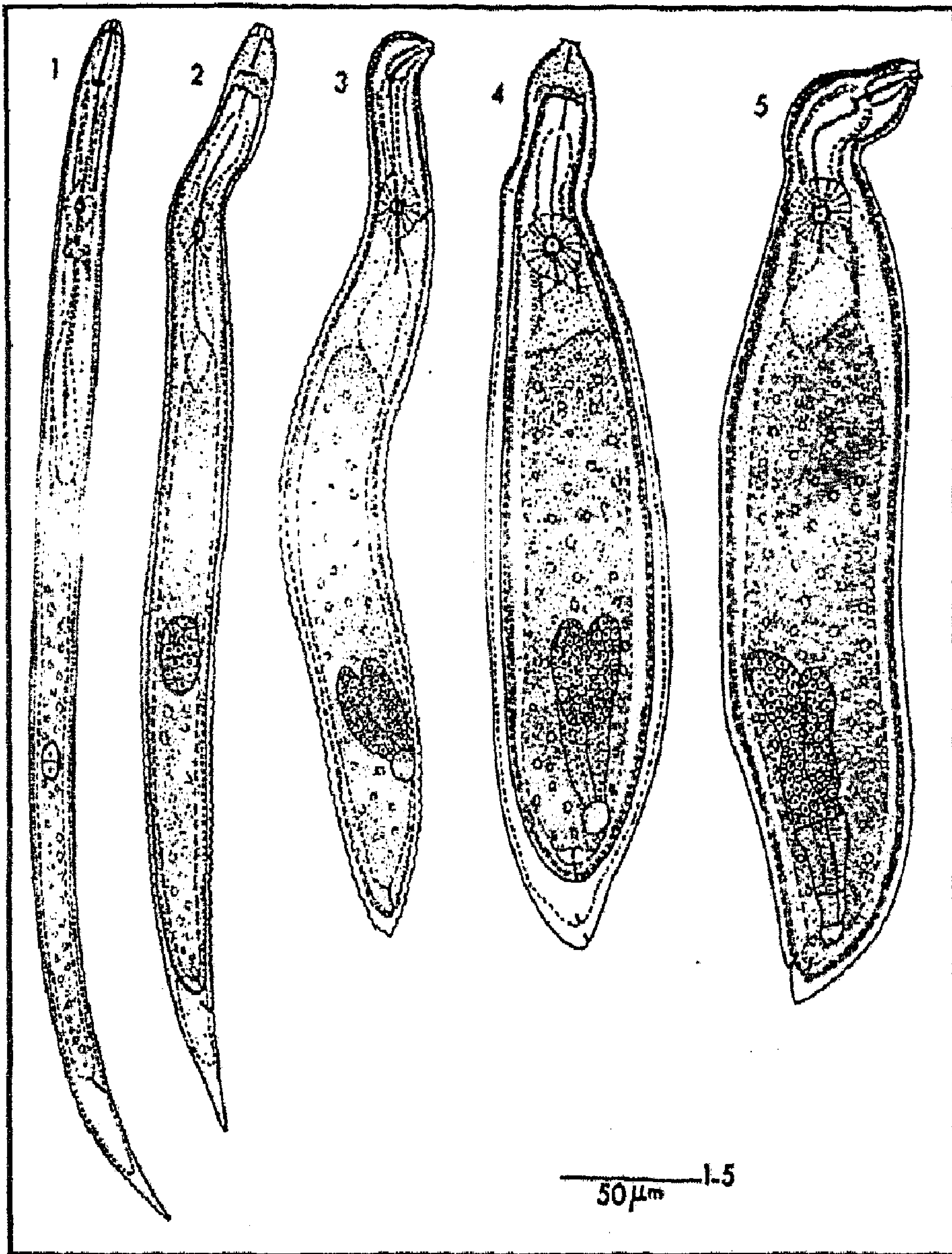


صورة توضح أشكال حويصلات نيماتودا حويصلات التين *H.fici*



أشكال حويصلات نيماتودا الحويصلات *H.Cyperi* على أنواع من الحشائش الأرضية

شكل رقم (40)

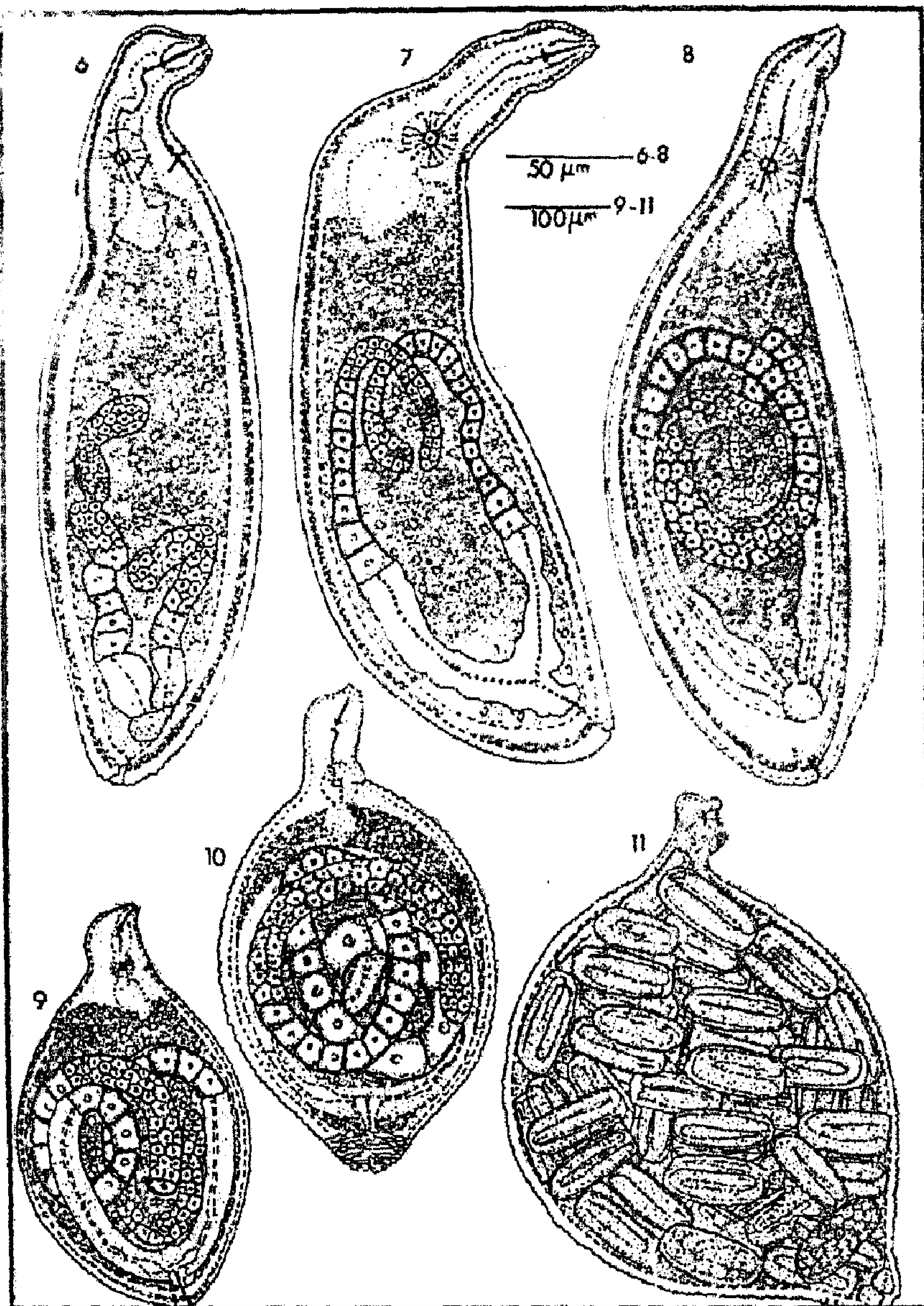


الأطوار اليرقية المختلفة لنيماتودا حويصلات الذرة *H.zeae*

1- طور يرقى ثانى 2- الانسلاخ الثانى

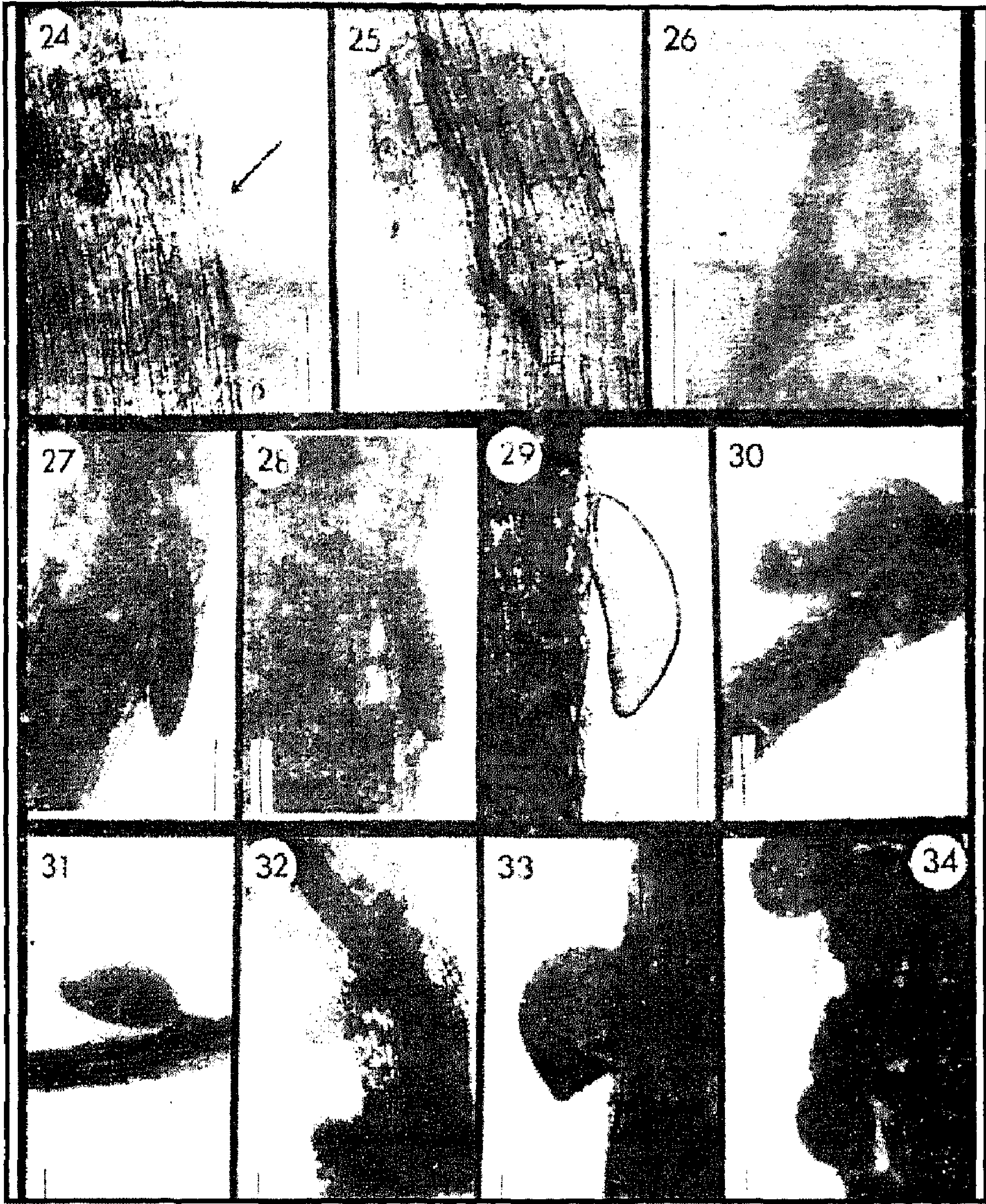
3- الطور اليرقى الثالث 4- الانسلاخ الثالث 5- الطور اليرقى الرابع مبكر

شكل رقم (41)



7-6- طور يرقى رابع متأخر .
8-الانسلاخ الرابع.
9- انثى صغيرة.
10-انثى لالغة مع بداية تكوين المخروط.
11- حويصلة حديثة ممتلئة بالبيض.

شكل رقم (42)



24- اختراق الطور اليرقى الثانى .

25- الطور اليرقى الثانى لنيماتودا حويصلات الذرة ***H.zeae*** موازى للمحور الطولى للجذر .

26- الطور اليرقى الثانى ورأس النيماتودا بالقرب من الجهاز الوعائى.

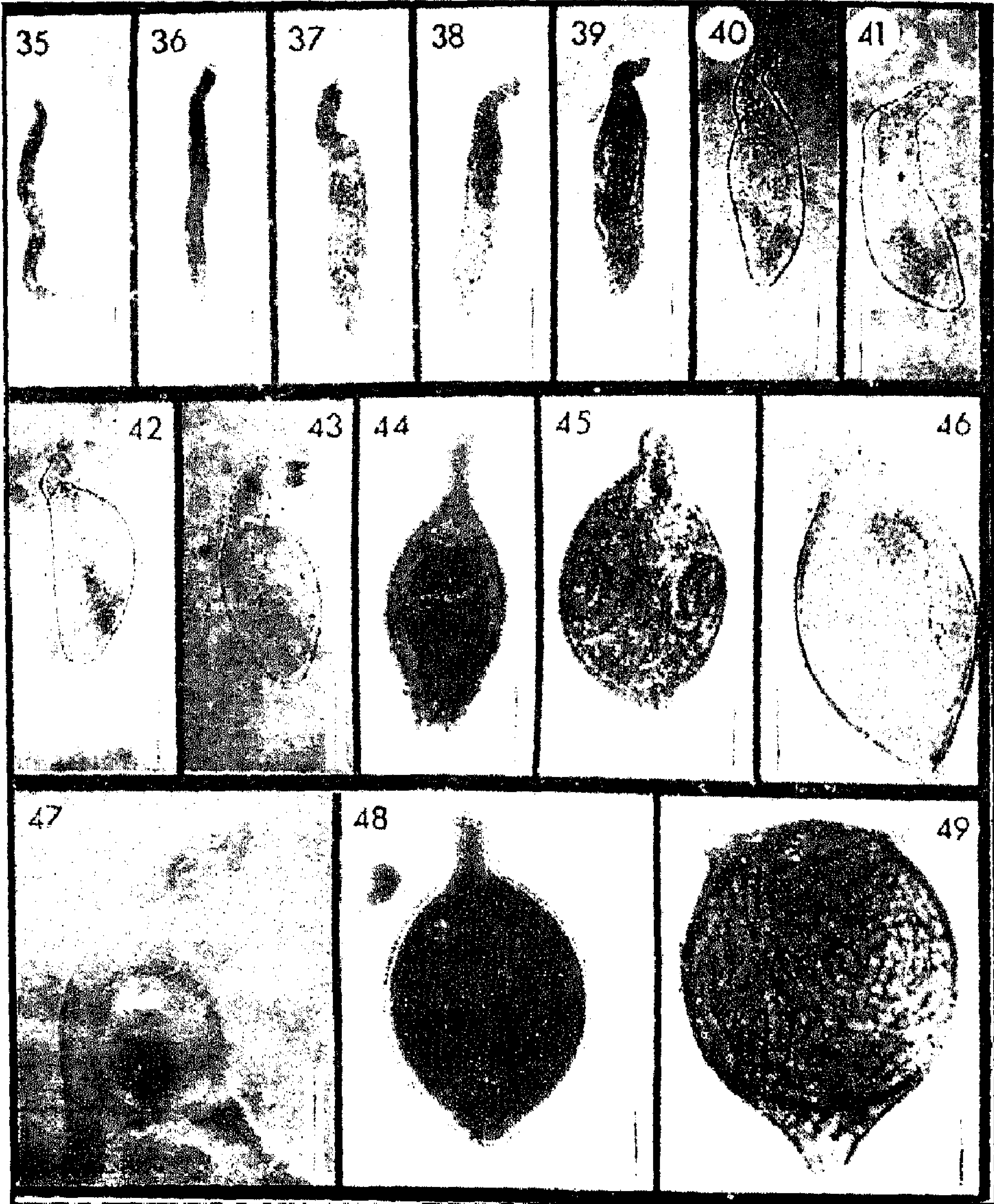
27- الطور اليرقى الثالث. 28- الانسلاخ الثالث .

29- الطور اليرقى الرابع. 30- الانسلاخ الرابع .

31- أنثى بالغة. 32- بداية تكوين البيض فى الأنثى البالغة .

33-34- حويصلة حديثة التكوينة ممتلئة بالبيض .

شكل رقم (43)



35- الطور اليرقى الثانى.
36- الانسلاخ الثانى .
37- الطور اليرقى الثالث.
38- الانسلاخ الثالث .
39- الطور اليرقى الرابع مبكر.
40- الانسلاخ الرابع .
41-42- الطور اليرقى الرابع متأخر.
43-44 - أناث صغيرة .
45-46- إناث بالغة.
47- تضخم النهاية الأمامية للأنثى.
48- أنثى بالغة مع بداية تكوين المخروط.
49- حويصلة ممتلئة بالبيض حديثة التكوين .

شكل رقم (44)



صور بالميكروسكوب الالكترونى للأطوار اليرقية لنيماتودا حويصلات *H.zeae* على نباتات الذرة
2- طور يرقى ثانى (لاحظ السهم). 4- تجمع لعدد من الطور اليرقى الرابع.
3- طور يرقى ثالث متدلى خارج الجذر. 5- أنثى بالغة مع كيس جيلاتينى.
شكل (45)

الحرارة أعلى من 14م عامل محدد فى إنتاج البيض فلا ينتج. لها جيل واحد على البقوليات قصيرة الدورة وأكثر من جيل على البقوليات طويلة الدورة. درجة حرارة أعلى من 25°م يمنع فقس البيض. تستطيع الحياة فى غياب العائل من 5-10سنة.

تعتبر هذه النيماتودا شديدة التطفل والتأثير - وتؤثر على نمـو النبـات وتخفـض فى إنتاج البـذور والقـرون وتعيـق نمـو بكتريـا العقـد الجذريـة وتلعـب ... *Fusarium oxysporum* دوراً فى الأمراض المركبة الذى يسـبب خسـارة ... للمحصول شكل (46).

- نيماتودا حويصلات الحمص :

The chickpea cyst nematode, *Heterodera ciceri*:

تنتشر بشدة فى أفريقيا وبلاد الشرق الأوسط على المحاصيل البقولية، تصيب ... عائلى من المحاصيل البقولية مثل الحمص، بسلة الحدائق والعـدس. وتتكـاثر ... أقل على البرسيم الحجازى والفاصوليا والفول البلدى والتـرمس والبرسـيم ... والفيتش ولا تتكاثر أو تتكاثر بنسبة بسيطة على فول الصويا. كما يمكنها التكاثر علـى القرنفل شكل (46).

تحتوى الحويصلة على 200–300 بيضة – لها جيل واحد فى العام: تنتشر بشدة فى سوريا على الحمص – درجة حرارة أقل من 8°م تثبط غـزو النيمـاتودا وفقـس البيض. تعداد 1 بيضة/سم^3 تربة وأكثر يؤثر على إنتاجية الحمـص. الخسـائر فـى المحصول من 20–50 100% نتيجة وجود 8، 16، 32 بيضة/سم^3 تربة.

يعتبر نبات العدس أكثر تحملاً لهذه النيماتودا مـن الحمـص، والإصـابة تقلـل المحتوى البروتينى للحمص والعدس فى بذورهما وذلك نتيجة التأثير المثبط لبكتيريـا العقد الجذرية Rhizobium nodules.

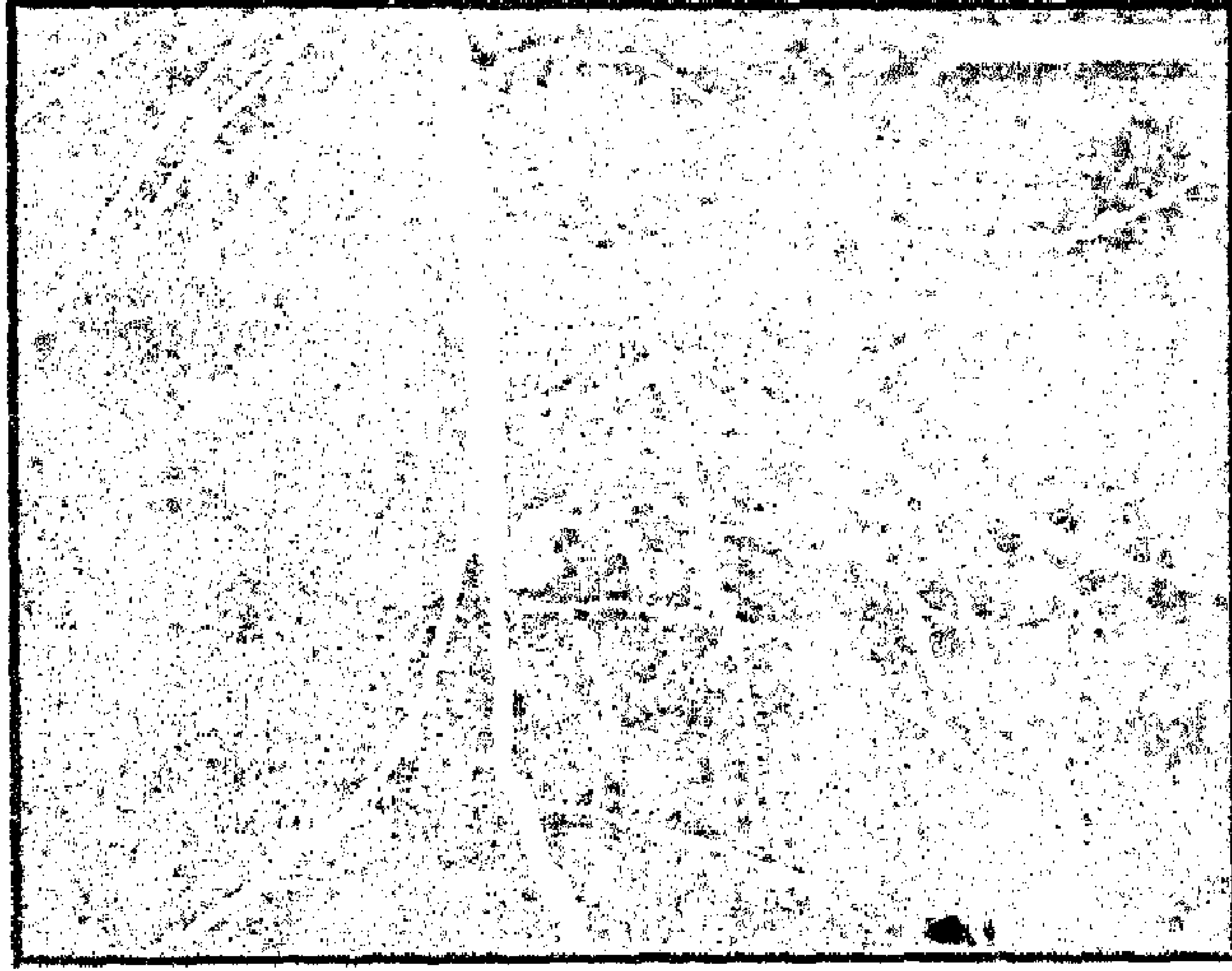
- نيماتودا حويصلات القمح:

The Cereal cyst nematode, *Heterdera avenae* :

من أهم وأخطر أنواع النيماتودا على محاصيل الحبـوب (القمـح – الشـعير – شوفان، rye) ولها انتشار عالمى واسع وذات تأثير اقتصادى شديد وتؤدى إلى خسائر شديدة ونقص فى الغلة وتوجد فى جميع بقاع العالم كلما زرع أى محصـول نجيلـى

وتنتشر بعوامل عديدة مثل الميكنة والحيوانات والمياه والعواصف الترابية وحبيبات الطين المختلطة بالحويصلات والتى تتواجد مع التقاوى.

ولها جيل واحد فى العام تستغرق من 3-4 شهور على حسب الظروف البيئية السائدة وتتواجد فى جميع أنواع الأراضى الزراعية ولكنها تفضل التربة الخفيفة ذات التركيب المناسب وليست التربة الثقيلة.



نباتات بسلة الحدائق مصابة بشدة بنيماتودا الحويصلات *H.goettingiana* الأسهم تشير إلى الأناث البيضاء الخارجة من الجذور



جذور نباتات الحمص مصابة بنيماتودا الحويصلات *H.ciceri* لاحظ وجود الأناث (F)

شكل رقم (46)

درجات الحرارة المنخفضة 5-15°م وارتفاع رطوبة التربة يلائماً فقس البيض والحويصلات ويحتاج البيض لفترة 8 أسبوع على درجة حرارة منخفضة للحصول على نسب فقس ملائمة.

وتتميز النباتات المصابة بالتفريع الثانوى للجذور - تقزم النباتات - قلة التفريع وقلة السنابل واحتوائها على قلة من الحبوب وأصفرار الأوراق وذبولها مع وجود تكتلات على المجموع الجذرى (خليط من الحويصلات وحبيبات التربة) وتظهر بقع فى الأرض خالية من النباتات أو بها نباتات ضعيفة مصفرة ومتفرقة. وجود 2 بيضة/جم تربة تخفض الإنتاجية للحبوب على الأصناف القابلة للإصابة بنسبة 25% شكل (47-52).

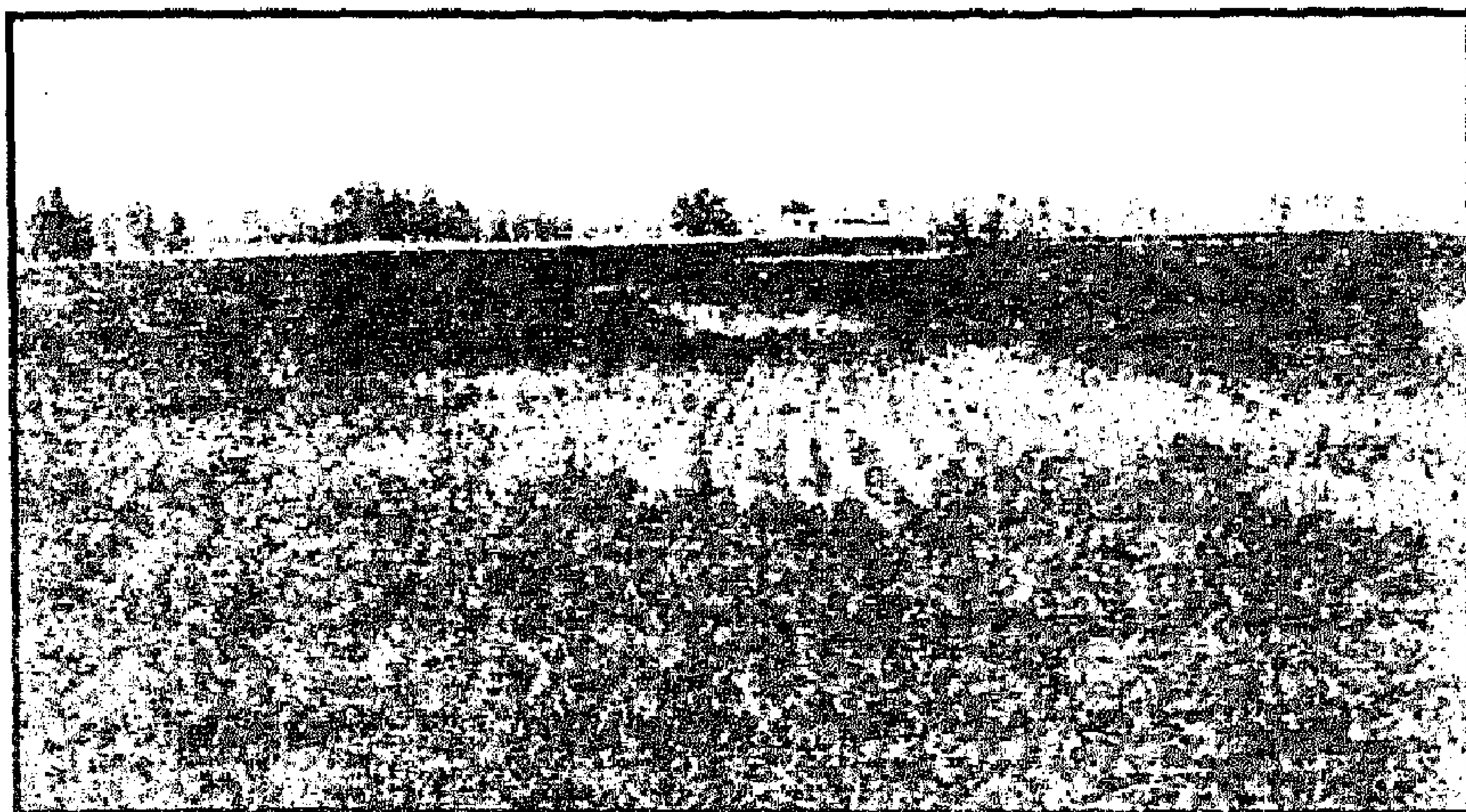
تلعب نيماتودا حويصلات القمح *Heterodera avenae* مع المرض الفطرى *Rhizoctonia solani* دوراً مرضياً شديداً يسببان خسارة اقتصادية كمرض مركب تزيد عن الخسارة التى تنشأ عن كل منهما منفرداً.. ولهذه النيماتودا العديد من السلالات التى تختلف فى قدراتها المرضية (شكل 53).

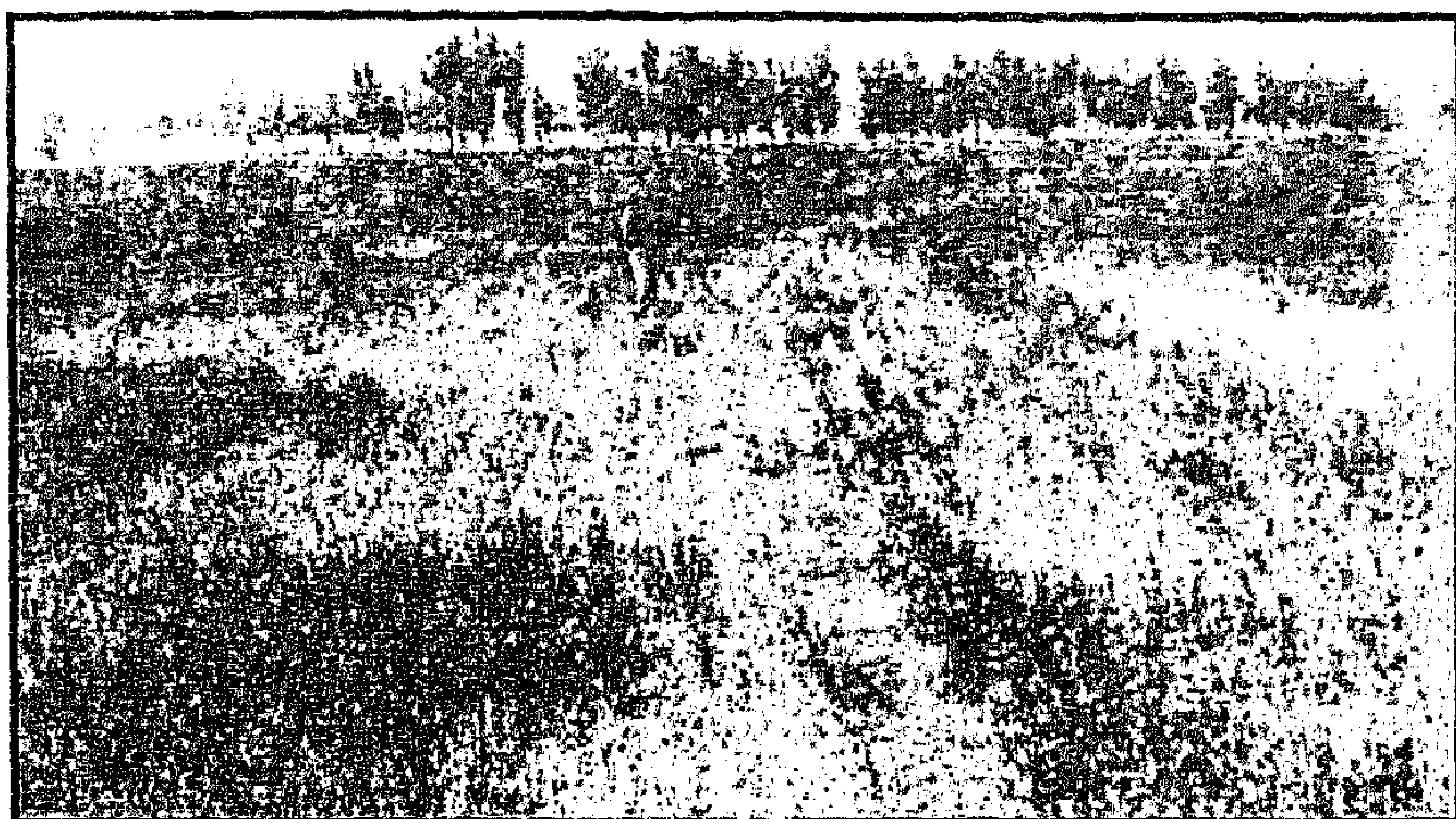
- نيماتودا حويصلات الدخان :

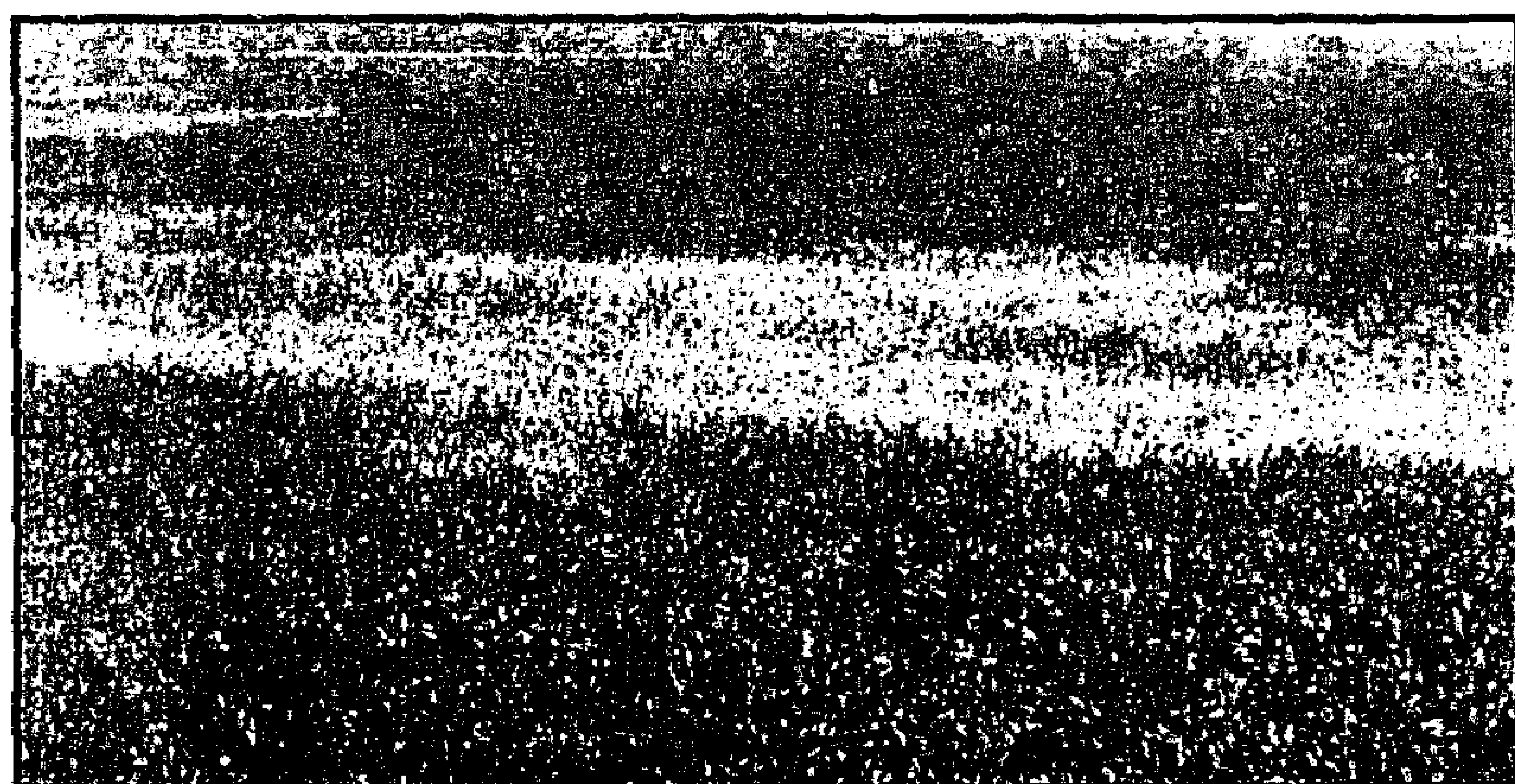
The tobacoo cyst nematode, *Globodera tabacum*:

تتطفل على نبات الدخان *Nicotinana tabacum* مسببة له خسائر اقتصادية له ولعدد من العوائل مثل الطماطم والباذنجان. ولقد قدرت الخسائر فى حالة وجود 1000 نيماتودا على نبات الدخان لكل جرام تربة بحوالى 25% نقص فى الورق الجاف للدخان.

وانتشار هذه النيماتودا محدود - وتصيب نباتات العائلة الباذنجانية (شكل 54، 55) وتتوافق مع ظروف بيئية معينة. استخدام مبيدات النيماتودا غير اقتصادى.

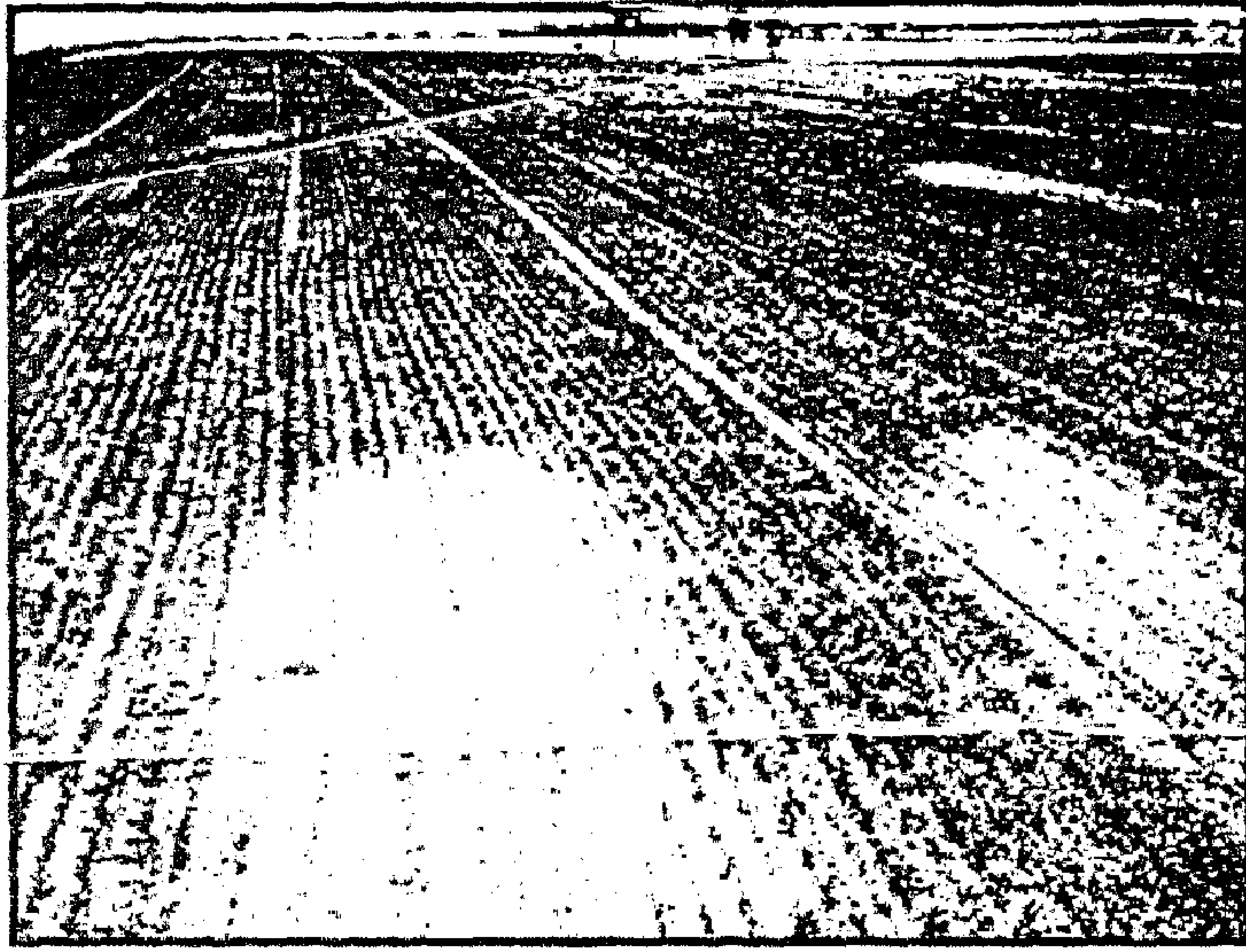






أعراض إصابة شديدة بنيماتودا حويصلات القمح وتبدو الإصابة على هيئة بقع خالية من النباتات أو تحتوى على نباتات ضعيفة جداً صفراء متقزمة

شكل رقم (47)



حقل ملوث بنيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* وتبدو نباتات القمح ضعيفة والكثير منها قد دمر وتظهر مناطق الموت واضحة كبقع خالية من النباتات فى أستراليا

شكل رقم (48)

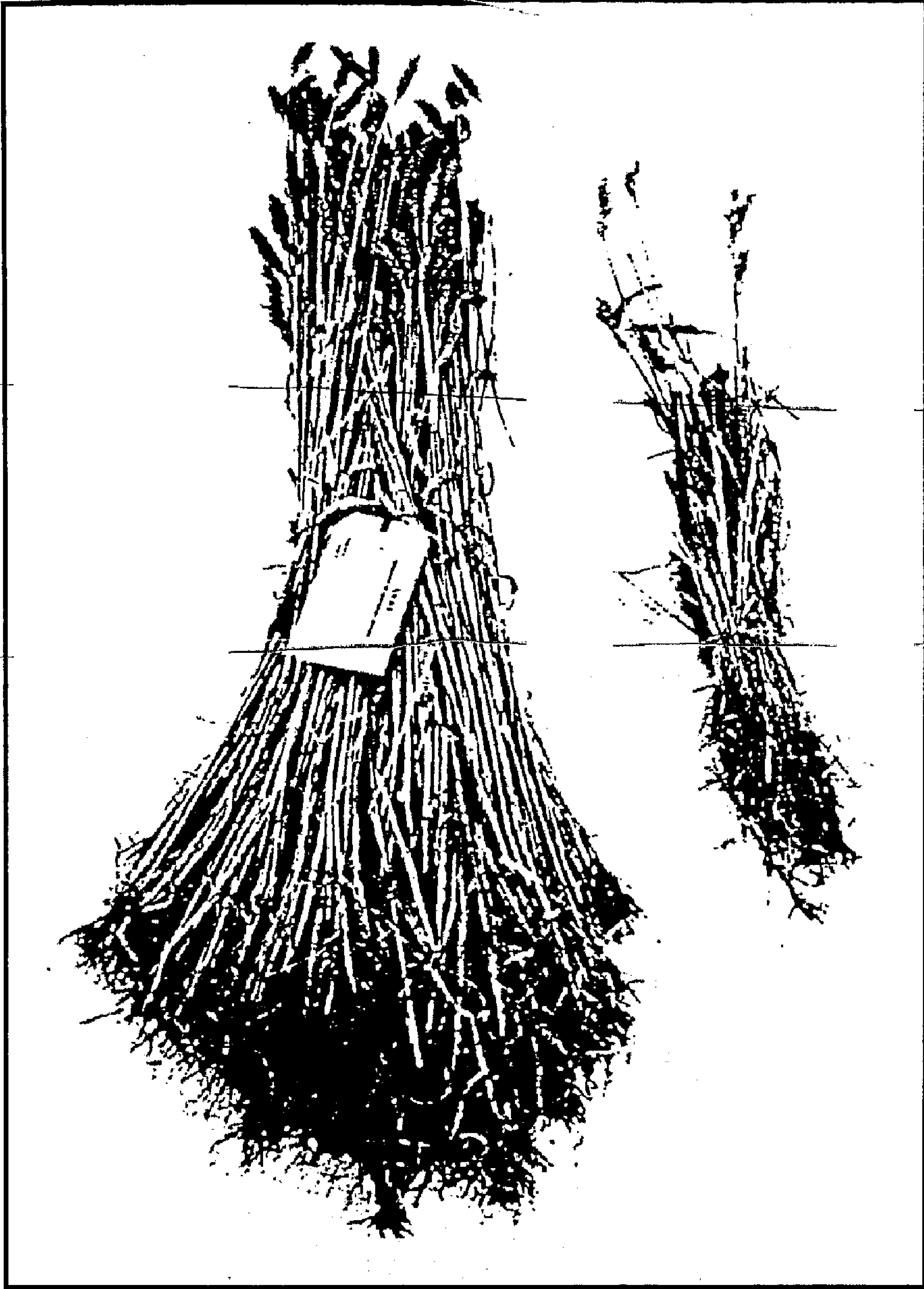


صورة تبين نباتات صغيرة من القمح في بداية الموسم الزراعي للقمح

يمين: نباتات مصابة بنيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* وتبدو متقزمة ضعيفة مع وجود تورمات ابتدائية صغيرة على الجذور نتيجة الإصابة.

يسار: نباتات سليمة من نفس العمر. وتبدو النباتات ذات نمو صحي بالمقارنة بالنباتات المصابة – يلاحظ حجم النباتات السليمة من 4–5 مرات حجم النباتات المصابة.

شكل رقم (49)



مقارنة بين نباتات نامية فى تربة ملوثة بنيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* ونباتات سليمة.
يمين: نباتات ناتجة من تربة ملوثة بشدة.
يسار: نباتات ناتجة من تربة سليمة .

شكل رقم (50)





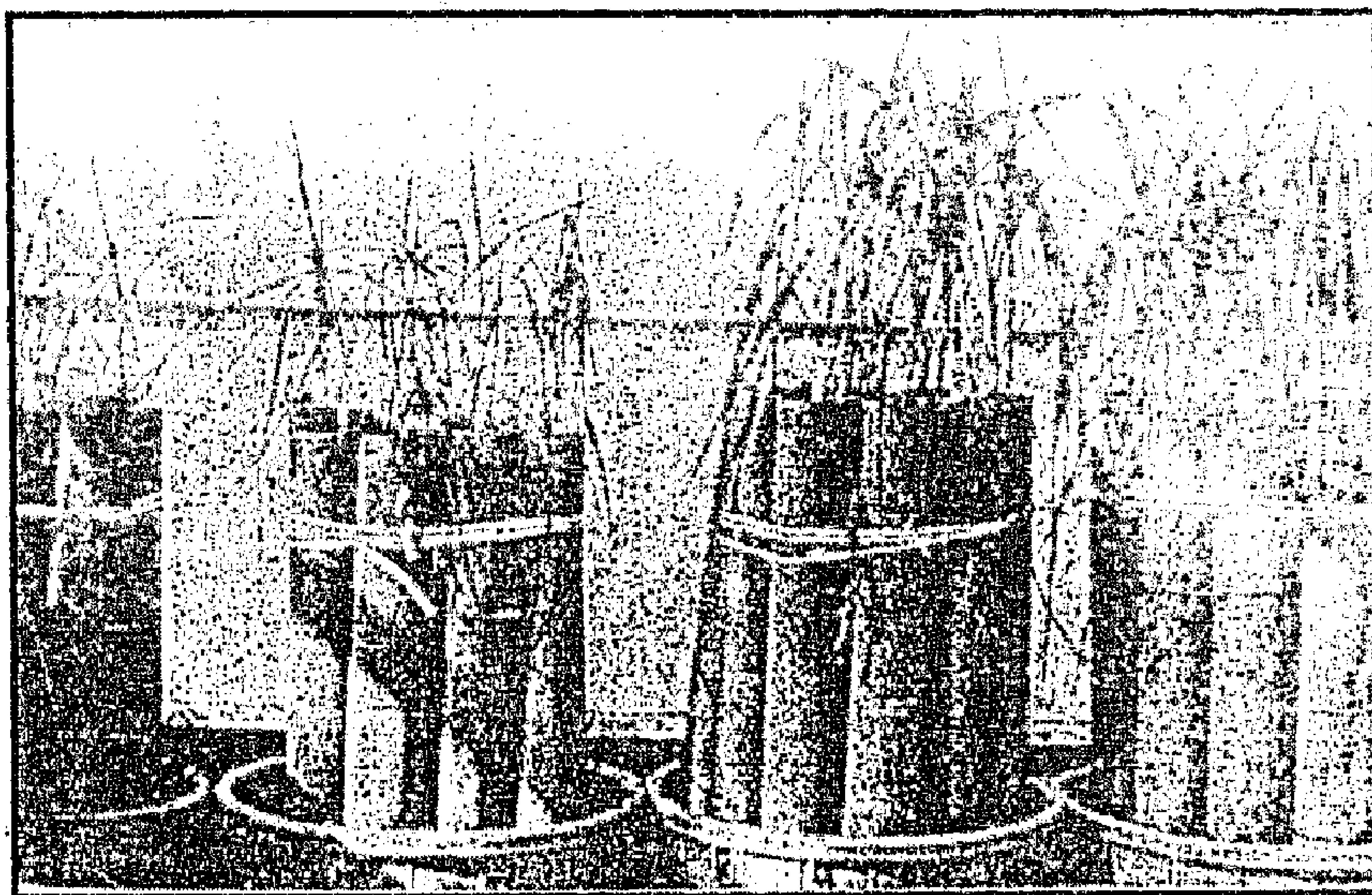
جذور نباتات قمح فى المراحل الأولى بعد الإنبات مخترقة بأعداد كثيرة من الطور اليرقى الثانى لنيماتودا حويصلات القمح (الطور المعدى)
شكل رقم (51)



إناث نيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* على جذور القمح
شكل رقم (52)



الاختلافات فى درجة التحمل Tolerance والقابلية للإصابة Susceptibility بين أصناف النجيليات للإصابة بنيماتودا حويصلات القمح *H.avenae*
يسار: شعير barley – يمين: شوفان Oats



تأثير العلاقة بين نيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* وفطر *Rhizoctonia solani* كمرض مركب على نباتات القمح من اليسار لليمين (نيماتودا + فطر) (نيماتودا بمفردها) (فطر بمفرده) (نباتات غير مصابة) سليمة
شكل رقم (53)





نباتات دخان نامية فى حقل ملوث بنيماتودا حويصلات الدخان *G.solanacearum*

A- نباتات متقزمة فى أماكن متفرقة ومبعثرة فى الحقل مع خلو بعض الأماكن من النباتات.

B- حويصلات نيماتودا على الجذور.

شكل رقم (54)

- نيماتودا التعقد الكاذب:

The false root- knot nematode, *Nacobbus spp*.:

النيماتودا التابعة لهذا الجنس تنتج عقداً نيماتودية على الجذور المصابة مشابهة للعقد النيماتودية المتسببة عن نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne spp.* ولكن تتشابه فقط مظهرياً وعند الفحص الميكروسكوبى للأنسجة والأطوار اليرقية نجد اختلافات عديدة بينها وبين الأطوار اليرقية لنيماتودا التعقد الحقيقية.

جميع الأطوار اليرقية، الذكور والإناث الصغيرة السن عبارة عن نيماتودا خيطية الشكل filiform ولكن الطور اليرقى الثالث والرابع والأناث الصغيرة متضخمة قليلاً وكيسية الشكل أما الإناث البالغة فهى مغزليه الشكل fusiform ومدببة من الناحية الخلفية للجسم بينما فى نيماتودا التعقد الحقيقية فنهاية جسم الأنثى ستديرة rounded. الأنثى فى نيماتودا *Meloidogyne* لها اثنان من المبايض بينما فى جنس *Nacobbus* مبيض واحد. الطور اليرقى الثالث والرابع فى هذا الجنس دائماً ملتوية Coiled (شكل 56).

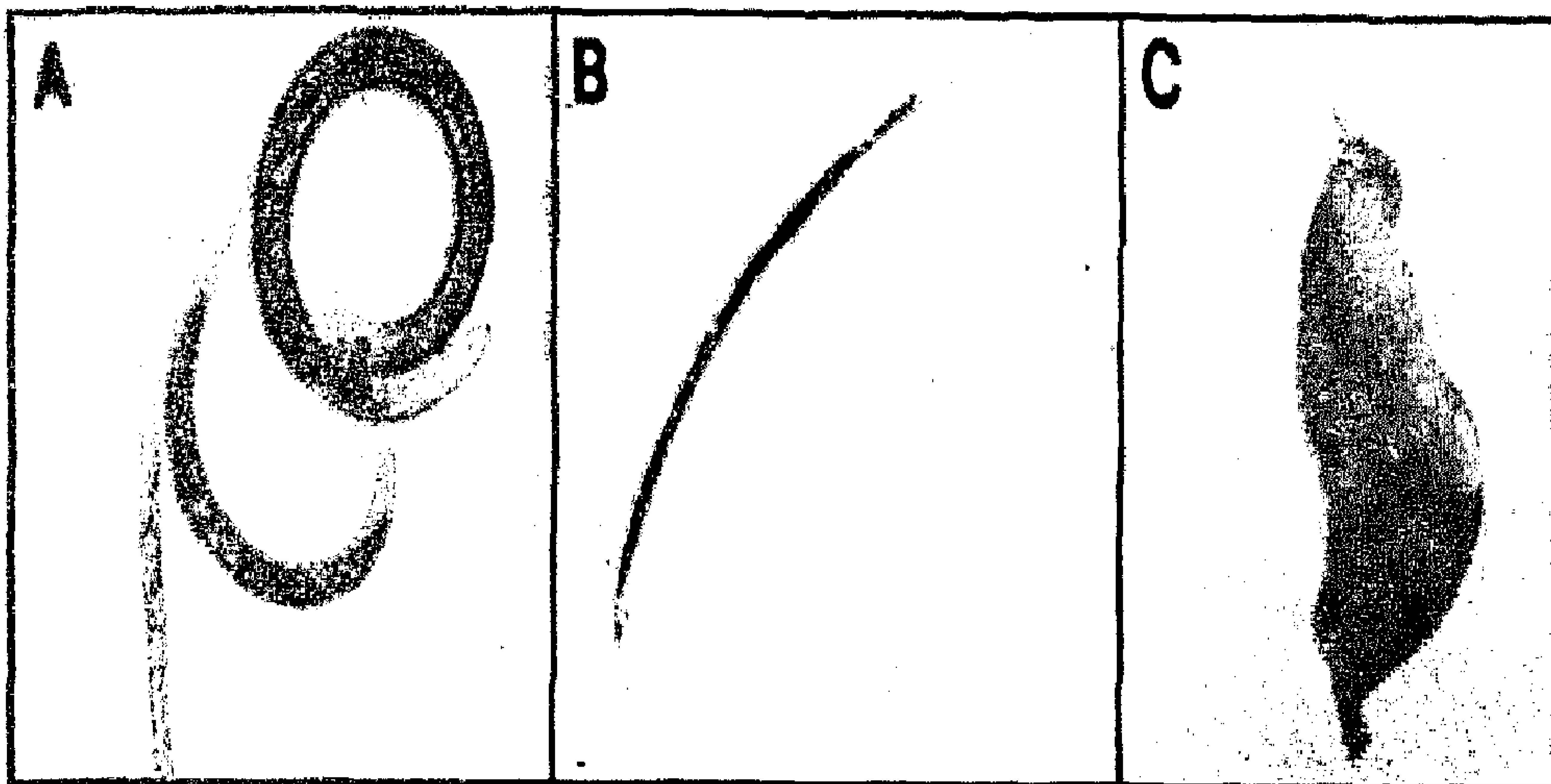


جذور نبات طماطم مصابة بنيماتودا *Globodera pallida* لاحظ شكل ولون الاناث البيضاء
شكل رقم (55)

- دورة الحياة والتغييرات الهستولوجية:

الطور اليرقى الأول داخل البويضة حيث يوضع البيض فى كتل جيلاتينية خارج جسم الأنثى والتطور الجنينى يتأثر بشدة بدرجات الحرارة حيث يأخذ من 9-10 يوم على درجة 25°م والطور اليرقى الثانى يخرج من البويضة، والطور الثالث والرابع والإناث الصغيرة قادرة على اختراق الجذور وتتحرك بداخلها وتسبب وجود فجوات من القشرة إلى الأسطوانة الوعائية - الأنثى البالغة تصبح ساكنة والرأس ممتد باتجاه الأسطوانة الوعائية. وتنقسم الخلايا مع ذوبان جزئى لجدر الخلايا واندماج الخلايا لتكوين خلايا عملاقة Giant Cells . وتحتوى هذه الخلايا المغذية على كميات كبيرة من النشا - وتوجد تفرعات جذرية كثيرة حول العقد النيماتودية.

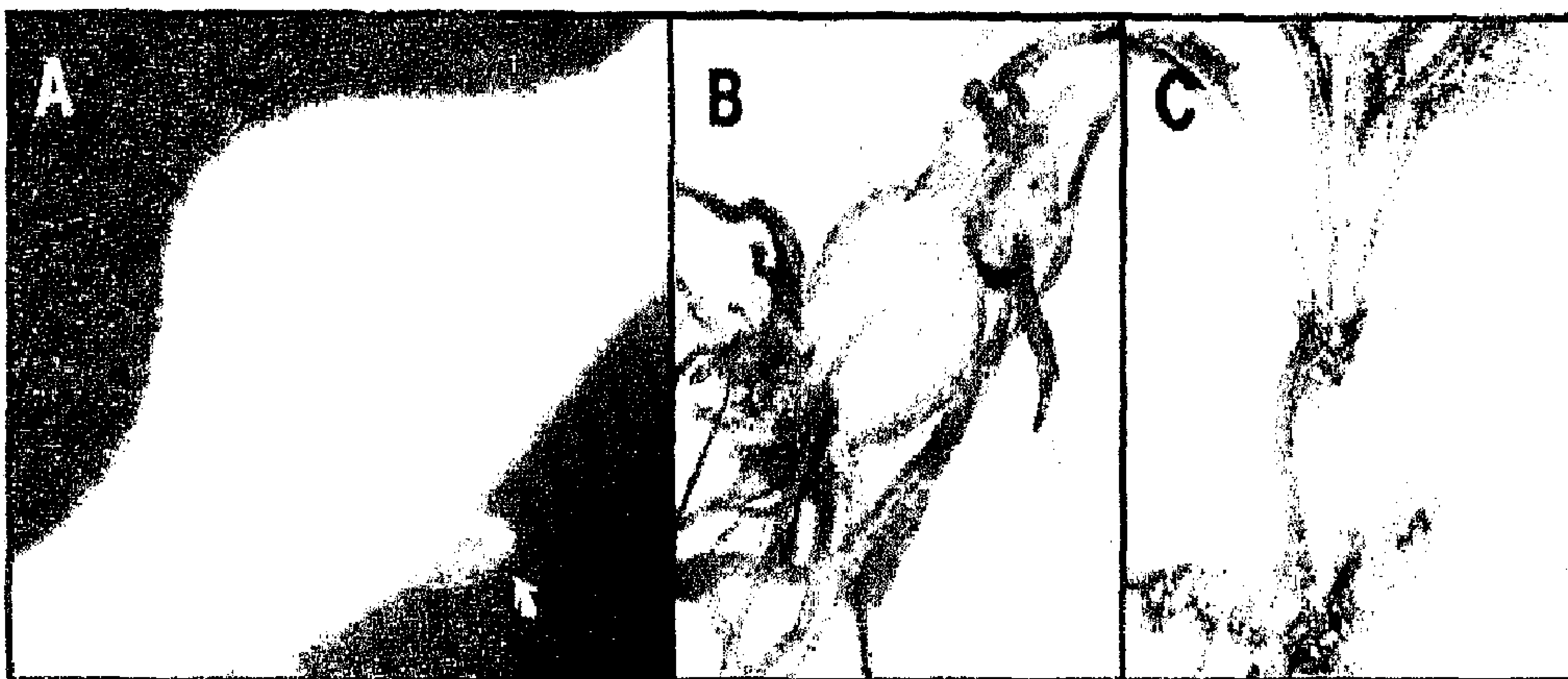
ومن أهم الأنواع *N.aberrans* وتتأثر طول دورة الحياة بالحرارة، والكثافة العددية ونوع العائل النباتى. وتأخذ حوالى 36 يوم على درجة 25°م، 43 يوم على درجة 20-30°م على الطماطم، 28 يوم على بنجر السكر على درجة 25°م (شكل 56).



أطوار دورة حياة النيماتودا *Nacobbus aberrans*

A- الطور اليرقى الثانى والثالث والرابع. B- إناث غير بالغة.

C- إناث بالغة متضخمة.



أعراض الإصابة بنيماتودا *Nacobbus aberrans* على بنجر السكر

A-عقدة نيماتودية مع وجود أنثى متضخمة نصف داخلية التطفل.

B-عقدة نيماتودية مع تفرع جذرى غير طبيعى (جذور جانبية).

C-جذر بنجر سكر متشوه مصاب بشدة بنيماتودا *N.aberrans*

شكل رقم (56)

ولقد سجلت هذه النيماتودا فى الأرجنتين، بوليفيا، شيلى، الأكـــوادور، بريطانيـــا، الهند، المكسيك، هولندا، بيرو، أمريكا وروسيا.

وفى أمريكا تتطفل على بنجر السكر حيث أن الكثافة العددية عندما تتوافر يتـــأثر بشدة محصول بنجر السكر ويتشوه ويتأثر الإنتاج بدرجة كبيرة.

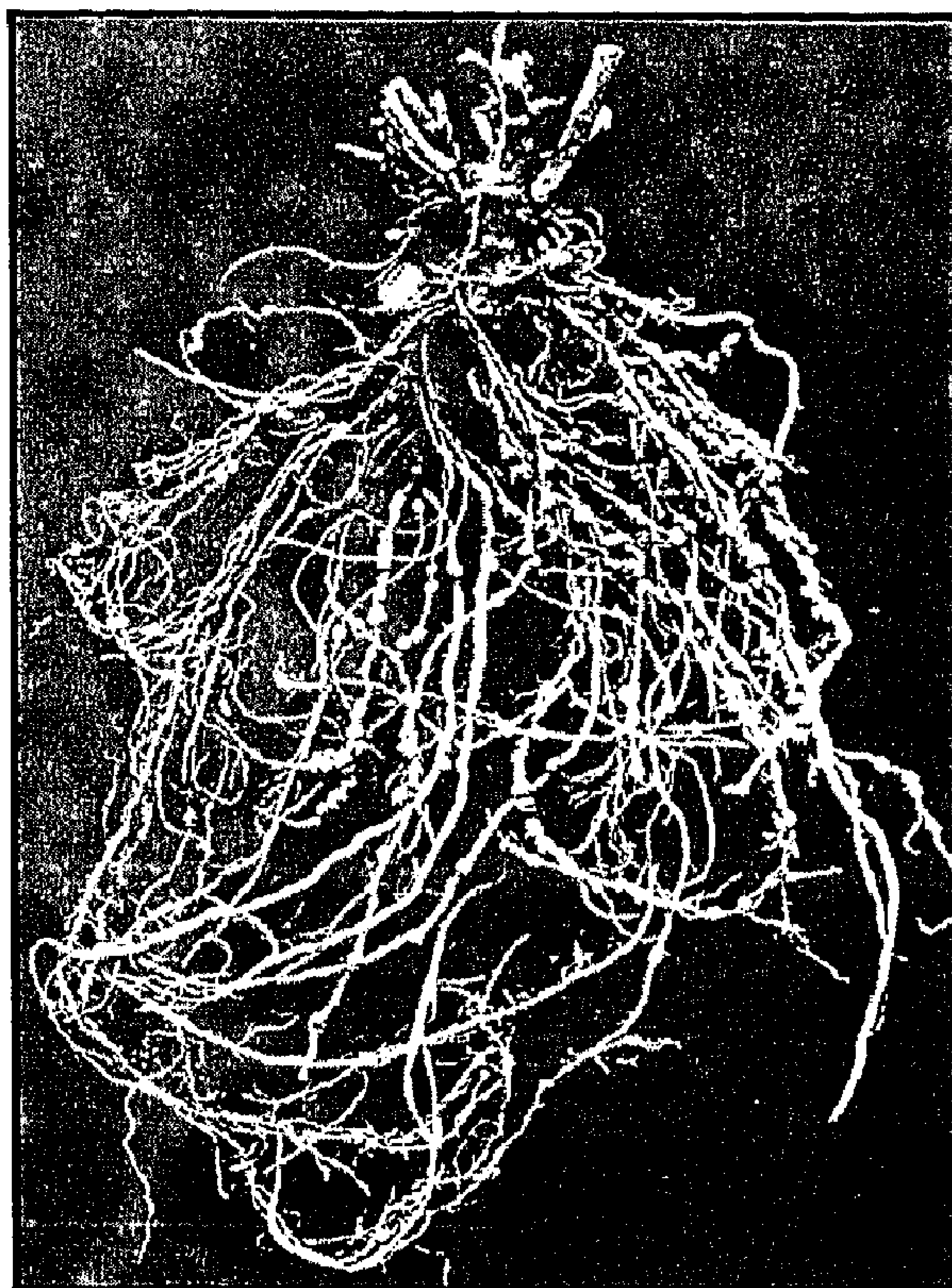
وهنـــاك أنـــواع أخـــرى مثـــل *N.dorsalis* تتواجـــد فـــى كاليفورنيـــا، *N.serendipiticus*، على بنجر السكر *N.batatiformis* وفى أمريكـــا الجنوبيـــة، والأراضى المرتفعة فى الأرجنتين، بوليفيا، شيلى، الأكوادور. يعتبر هذا الجنس مشكلة خطيرة على البطاطس *Solanum tuberosum* وعلـــى الطمـــاطم *Lycopersicon esculentum* وعلى الفلفل *Capsicum* وعلى الفاصوليا فى المكســيك *Phaseolus vulgaris* (شكل 57).

كما يتطفل على الخضراوات مثل البروكلى Broccoli، الكرنب، الجزر، الخيار، والباذنجان، والخس والفرع والبسلة والفجل والسبانخ واللفت.

وهناك حشائش تعتبر عوائل ممتازة لهذا الجنس مثل جـــنس *Chenopodium album* وتعتبر البقوليات، النجيليات عوائل فقيرة لهذه النيماتودا Non-hosts، تستطيع الإناث الغير بالغة، اليرقات أن تخترق وتغزو درنات البطاطس وتتواجد مباشرة تحت الابيدرمس ولاتسبب تكوين أورام أو قرح أو أى أعراض على الدرنات وبالتالى تؤدى إلى استيراد درنات بطاطس موبوءة من الخارج بدون أى أعراض ظاهرية عليها ممـــا يؤدى إلى إدخالها إلى أماكن غير ملوثة ونظيفة. ويراعى فى ذلك بيان أهميـــة ودور الحجر الزراعى فى منع دخول وانتشار مسببات الأمراض النيماتودية.

ويستطيع هذا الجنس أن يتحمل الظروف البيئية المعاكسة من جفاف فـــى التربـــة لفترة تصل إلى 8 شهر على درجة الرطوبة لا تزيد عن 8%.

اليرقات والإناث الغير بالغة تستطيع أن تحيا داخل الجذور والتربة لفترة أربعة شهور على درجة 13°م.



عقد نيماتودية على جذور نباتات البطاطس نتيجة الإصابة بنيماتودا التعقد الكاذب ***N.aberrans***

شكل رقم (57)

-النيماتودا الحويصلية لأشجار الصنوبر :

Meloidodera floridensis **Chitwood, Hannon and Esser 1956. :**

هذه النيماتودا منتشرة فقط فى الولايات المتحدة الأمريكية والاتحـــاد الســـوفيتى. وتسبب خسائر جسيمة فى مشاتل أشجار الصنوبر. **وهناك سبعة أنواع تابعـــة لهـــذا الجنس وهم:**

Meloidodera belli, M. charis, M. floridensis, M.armeniaca, M.sikhotealiniensis, M.tadshikistanica and *M. eurytyla*

وتنتشر هذه الأنواع على عوائل مختلفة منهـــا الحشـــائش- الصـــنوبر - الـــذرة والباميا. وتتشابه هذه النيماتودا مع نيماتودا الحويصلات ونيماتودا التعقد الجذرى حيث

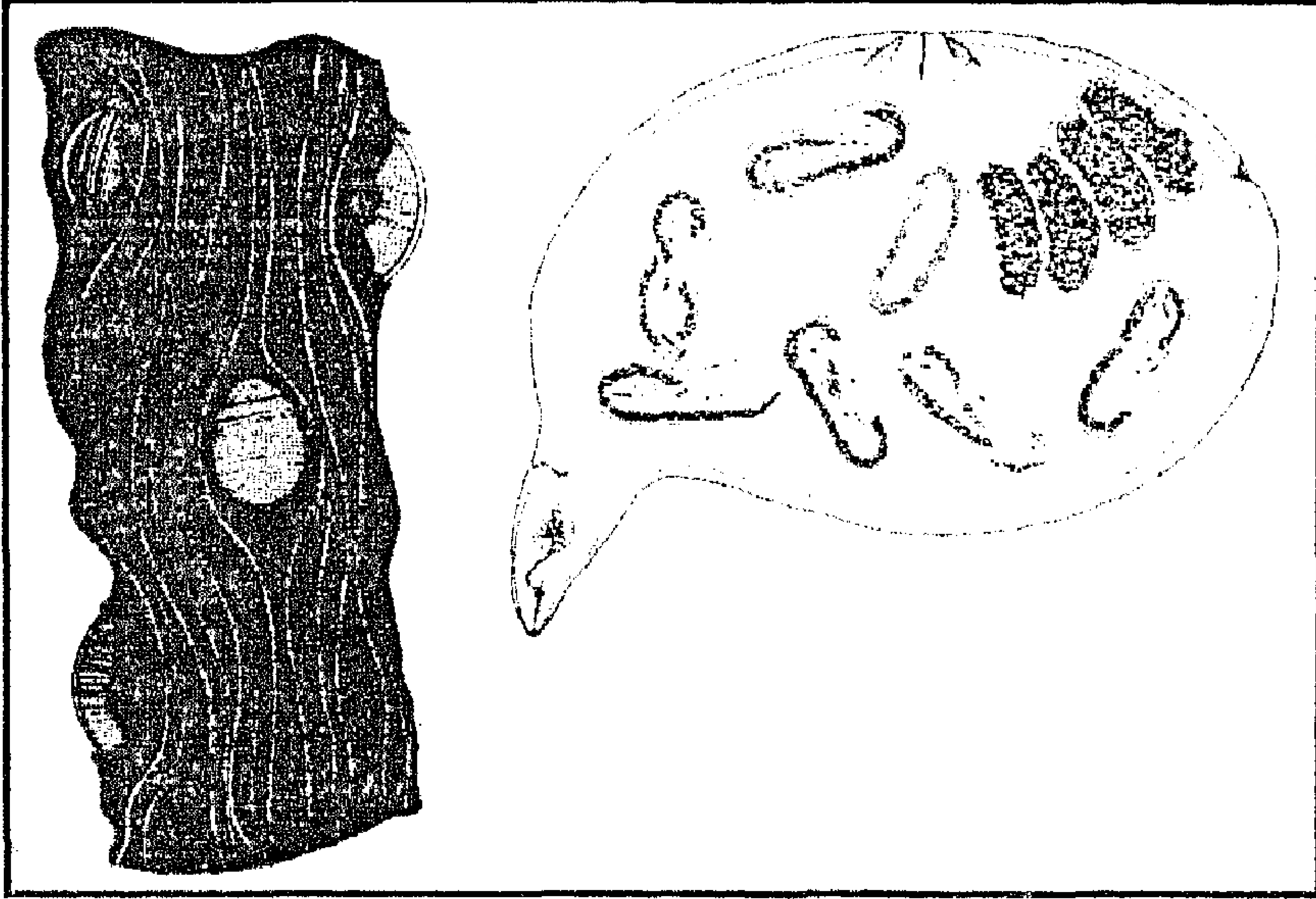
تشبه نيماتودا الحويصلات فى الشكل الكروى والكمثرى وبقاء البيض داخل جسم النيماتودا كما فى إناث نيماتودا الحويصلات. وتشبه نيماتودا التعقد الجذرى فى أن الأنثى المتضخمة لا تكون حويصلة .. فتحة المهبل فى هذه النيماتودا فى وضع استوائى و هناك مسافة واسعة بين المهبل وفتحة الشرج (شكل 58).

- أعراض الإصابة:

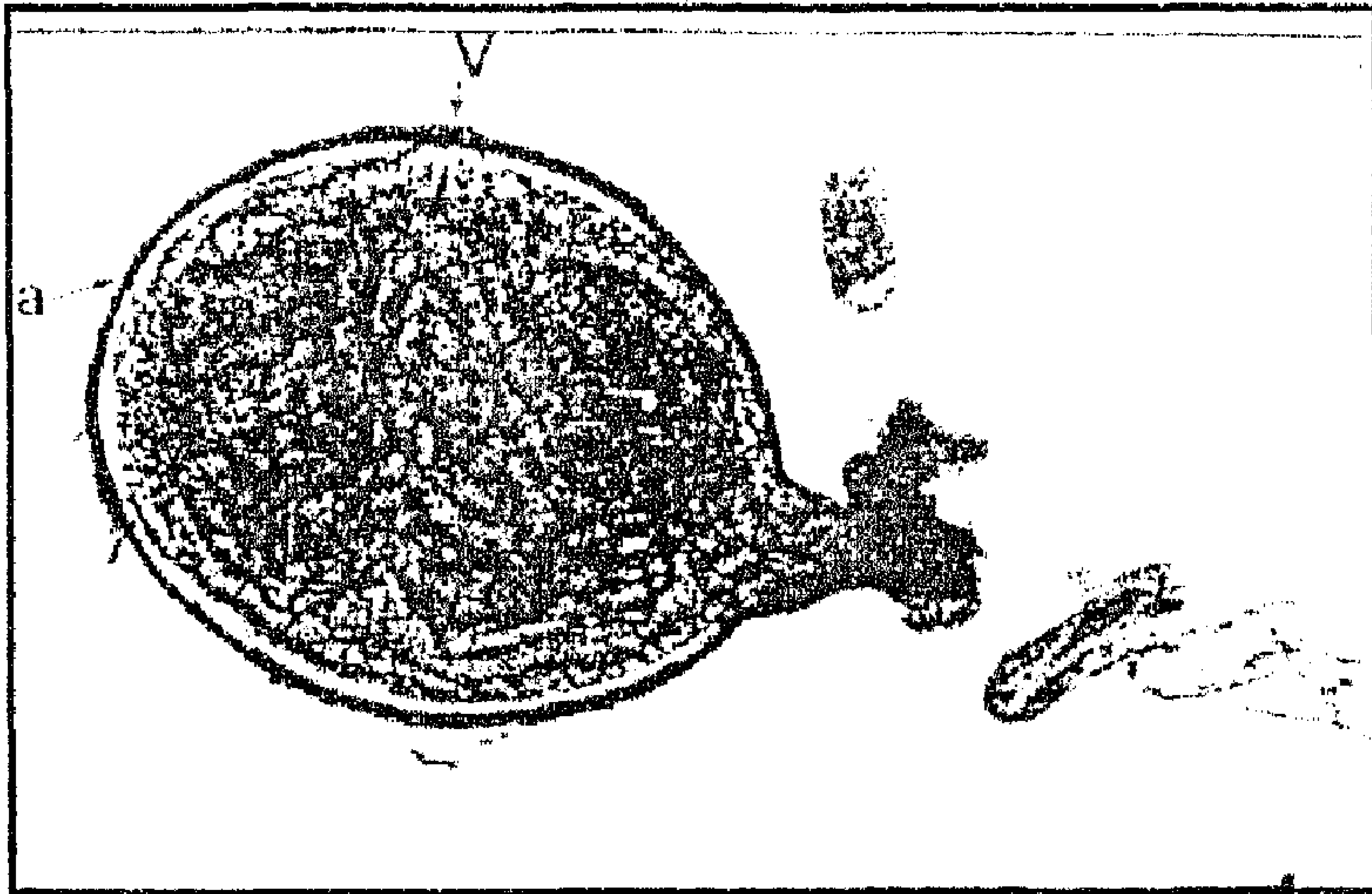
الشتلات الصغيرة التى تنمو فى مشاتل (الصنوبر) الملوثة بهذه النيماتودا تظهر أعراض التقزم والأصفرار وتلف شديد للجذور. التلف الحادث من هذه النيماتودا يتلخص فى أن النيماتودا تخترق الجذور الجانبية فى المنطقة التالية لقمة الجذور من خلال الشقوق والجروح ثم تهاجر بين الخلايا قبل التغذية. تتكون خلية عملاقة عند مكان التغذية عادة فى منطقة القشرة. تتضخم الإناث خلال التطور وأحياناً تخرج من خلال الضغط على الطبقات الخارجية لأنسجة الجذور إلى الخارج.

- دورة الحياة:

درست بالتفصيل للنوعين *M.floridensis* و *M.charis* الطور اليرقى المعدى هو الطور اليرقى الثانى. بعد اختراقه للجذور يكون منطقة تغذية فى البريسيكل Pericycle. الأنثى تصبح ساكنة وتتضخم، البيض بتطور داخل جسم الأنثى ويوجد بعد 40 يوم من اختراق J2. البيض عادة ما يفقس داخل جسم الأنثى. الذكور غير متطفلة. الطور اليرقى الثالث يتطور فى 18 يوم، الرابع فى 21 يوم والأنثى البالغة فى 45 يوم.



صورة (يسار) توضح اناث نيماتودا *M.floridensis* بارزة من جذور الصنوبر.
صورة (يمين) اعلى انثى بالغة من *M.floridensis* .



صورة توضح انثى بالغة من النيماتودا الحويصلية *M.floridensis* على اشجار الصنوبر لاحظ ان فتحة المهبل V فى وضع استوائى للجسم. كذلك وجود مسافة كبيرة بين فتحة المهبل وفتحة الشرج
شكل رقم (58)

- استجابة العائل Host response:

الفحص الخلوى والنسيجى للأنسجة المصابة يبين تكون خليفة عملاقة واحـد ذات نواه واحدة هذه الخلية تخرج وتنشأ من البريسيكل. هذه الخلية المتخصصة تكبـر فـي الحجم حتى تحتل جزء كبير من Stele. تسمى هذه الخلية uninucleate giant cell Single, هذه الخلية بها سيتوبلازم كثيف ونواه متضخمة ونويـه قويـة بعـد مـوت النيماتودا تضمحل هذه الخلية العملاقة.

- الأهمية الاقتصادية :

شديدة التأثير على أشجار الصنوبر وتعتبر أفـة هامـة وخطيـرة مـن النـوع *M.floridensis* في جنوب شرق الولايات المتحدة. يصيب النوع *M.charis* الـذرة والباميا فى تكساس وتستطيع هذه النيماتودا أن تبقى وتعيش لفترة طويلة تزيـد علـى السنتين بدون تغذية وبدون عائل. تعقيم التربة ومعاملتها كيماوياً يؤدى إلى نمـو جيـد وقوى للشتلات والأشجار.

- النيماتودا الناخرة :

The Burrowing nematode, *Radopholus similis* Cobb 1983, Thorne 1949

النيماتودا الناخرة *Radopholus similes* من أكثر الأنواع النيماتودية انتشـاراً وتدميراً لبساتين الموالح والفلفل الأسود والموز. وهى نيماتودا نشطة على أكثـر مـن 250 نوع نباتى فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية كما تصيب أيضاً محصـول الفول السودانى.

ولقد شوهدت هذه النيماتودا لأول مرة عام 1891 بواسـطة العـالم Cobb فـى نيوسوث والز فى جذور الموز ثم وجدت بعد ذلك فى أمريكـا الشـمالية والجنوبيـة والوسطى والكاريبى وأفريقيا واستراليا وأسيا. ولقد سجل تـدميرها للزراعـات فـى

أندونيسيا (الفلفل الأسود) وسمى المرض حينئذ بالفلفل الأصفر عام 1930. وهى تؤثر بشدة على زراعات الموز بنسبة تصل إلى 50% وهى أيضاً تعرف فى فلوريدا بمرض التدهور المنتشر فى الموالح حيث تسبب 40-80% خسائر فى الثمار. ولهذه النيماتودا عدة سلالات مختلفة يمكن تمييزها عن طريق التفضيل العائلى Host preferences وتوجد سلالة واحد تتغذى على الموالح والموز. وسلالة أخرى لا تتغذى إلا على الموز ولا تتغذى على الموالح.

- الأعراض فوق سطح التربة Above ground symptoms:

شدة الأعراض للنيماتودا الناخرة تختلف باختلاف الظروف البيئية. الموالح التى تنمو فى تربة حسنة الصرف رملية تتأثر بشدة بهذه النيماتودا عن الموالح التى تنمو فى التربة الغنية بالمادة العضوية. وتظهر الأعراض على الأشجار بصورة واضحة حيث تظهر أعراض تأخر النمو الخضرى مع اختلاف ألوان الأشجار. ويظهر موت للأفرع twig dieback وتصبح الأوراق ذابلة ولا تظهر نموات جديدة فى ابتداء موسم الربيع Spring flush وقد تزهر الأشجار بكثرة ولكن الثمار قليلة صغيرة وتنخفض الثمار بنسبة 40-80% وتتأثر أشجار الجريب فروت بشدة عن أشجار البرتقال.

- الأعراض تحت سطح التربة Below ground symptoms:

تلف جزء كبير من المجموع الجذرى أسفل عمق 50سم وتفقد الجذور 50% من كفاءتها كمتغذيات تقوم بوظيفة الامتصاص على عمق 60-75سم. الجذور الرفيعة المتغذية تفقد 90% منها على عمق 75سم ولكن على عمق 25سم لايوجد فرق فى هذه المتغذيات بين الأشجار المصابة والسليمة.

والنيماتودا تؤثر على الجذور بالتلف الميكانيكى وكذلك فتح الطريق أمام الكائنات الأخرى فى التربة (شكل 59).

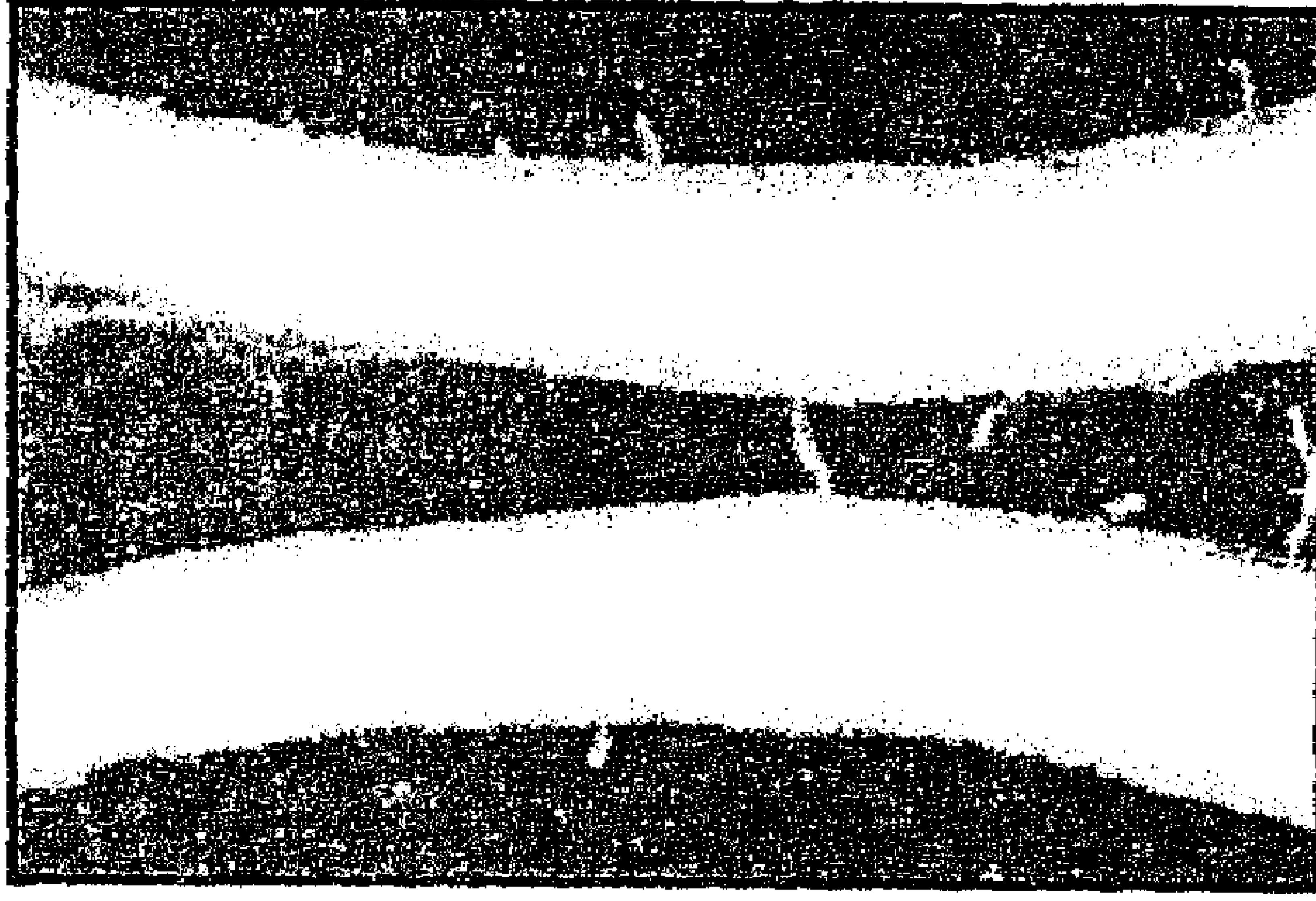
- دورة الحياة Life cycle- Biology:

تكمل وتأخذ دورة الحياة من البيضة إلى البيضة حوالى 21 يوم وتوجـد جميـع الأطوار داخل أنسجة الجذر. وتؤثر النيماتودا على خلايا الأبيدرمس عن طريق الرمح وهضم محتويات الخلايا وامتصاصها (محتوياتها). ويتم الدخول للنيماتودا عن طريـق طرف الجذور root-tip أو فى منطقة الشعيرات الجذرية خلال أقل من 24 سـاعة. والنيماتودا تهاجم الجذور الرقيقة Tender roots وليست الجذور الصلبة أو المتعفنـة أو المسنة وأنسب عمق لهذه النيماتودا للتغذية هو 75 سم وتبقى الجذور علـى عمـق 12-18 بوصة فعالة وظيفياً. ويوجد أعلى كثافة عددية علـى عمـق 30-180 سـم وكذلك على عمق 360سم ولا توجد هذه النيماتودا على عمق 15سم من سطح التربة.

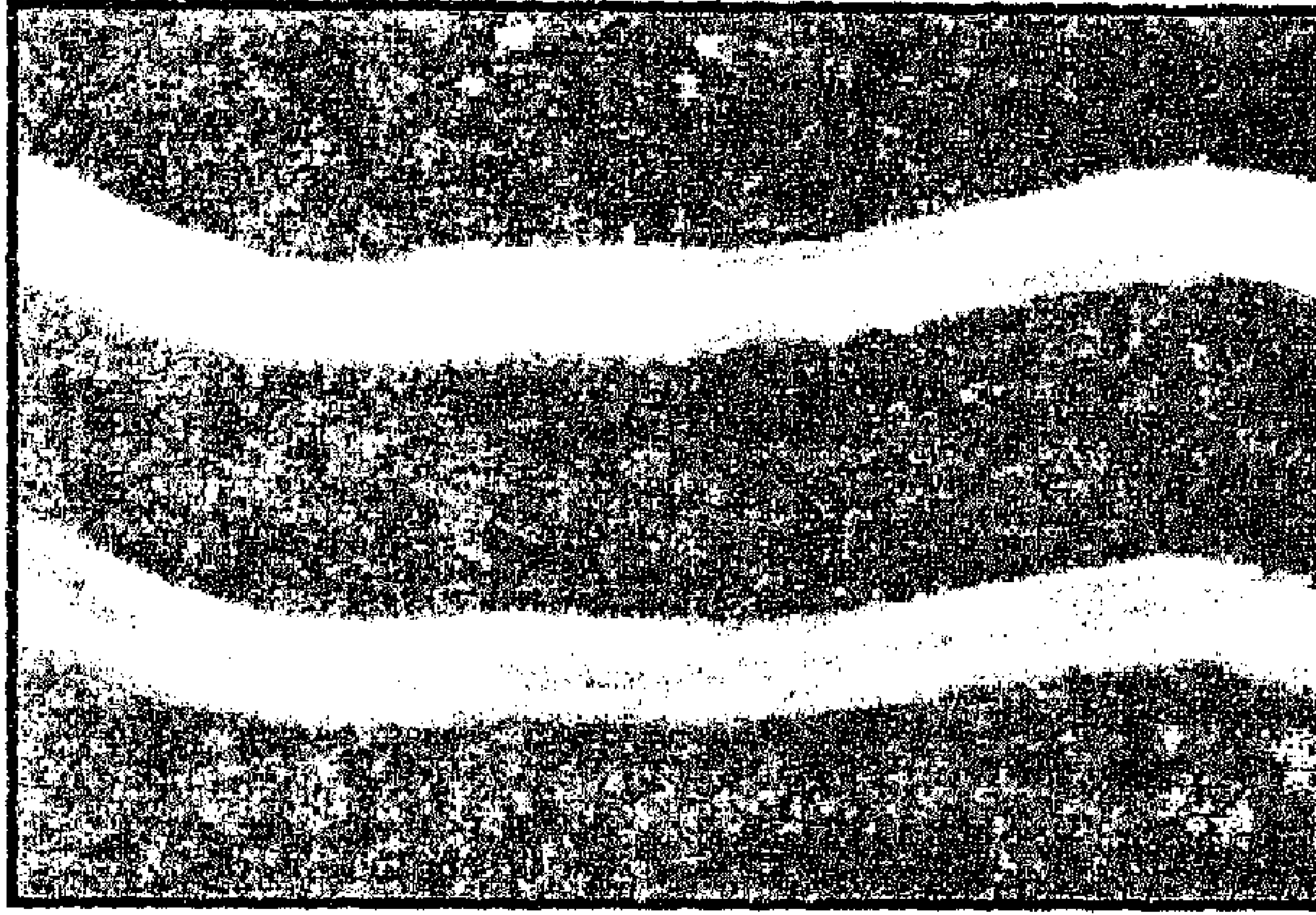
وداخل الجذور تعيش الديدان وتتغذى وتتكاثر والـذكور لا تتغـذى ولا تختـرق الأنسجة الأطوار اليرقية والإناث هى المتغذيات على الجذور.

وتضع الأنثى 1-6 بيضة فى اليوم داخل الجذور ونتيجة أنشطة النيماتودا تتكون القروح Lesions التى سرعان ماتتحد مع بعضها وتكبر فى الحجم ثـم تمـوت. ثـم تهاجر النيماتودا إلى التربة. وتتلف الجذور بشدة وبسرعة بحيث توقف عمليات تكـاثر النيماتودا.

وتبحث النيماتودا عن جذور جديدة سليمة يؤدى ذلك إلى انتشار بقعة المرض إلى أشجار أخرى سليمة (شكل 60).



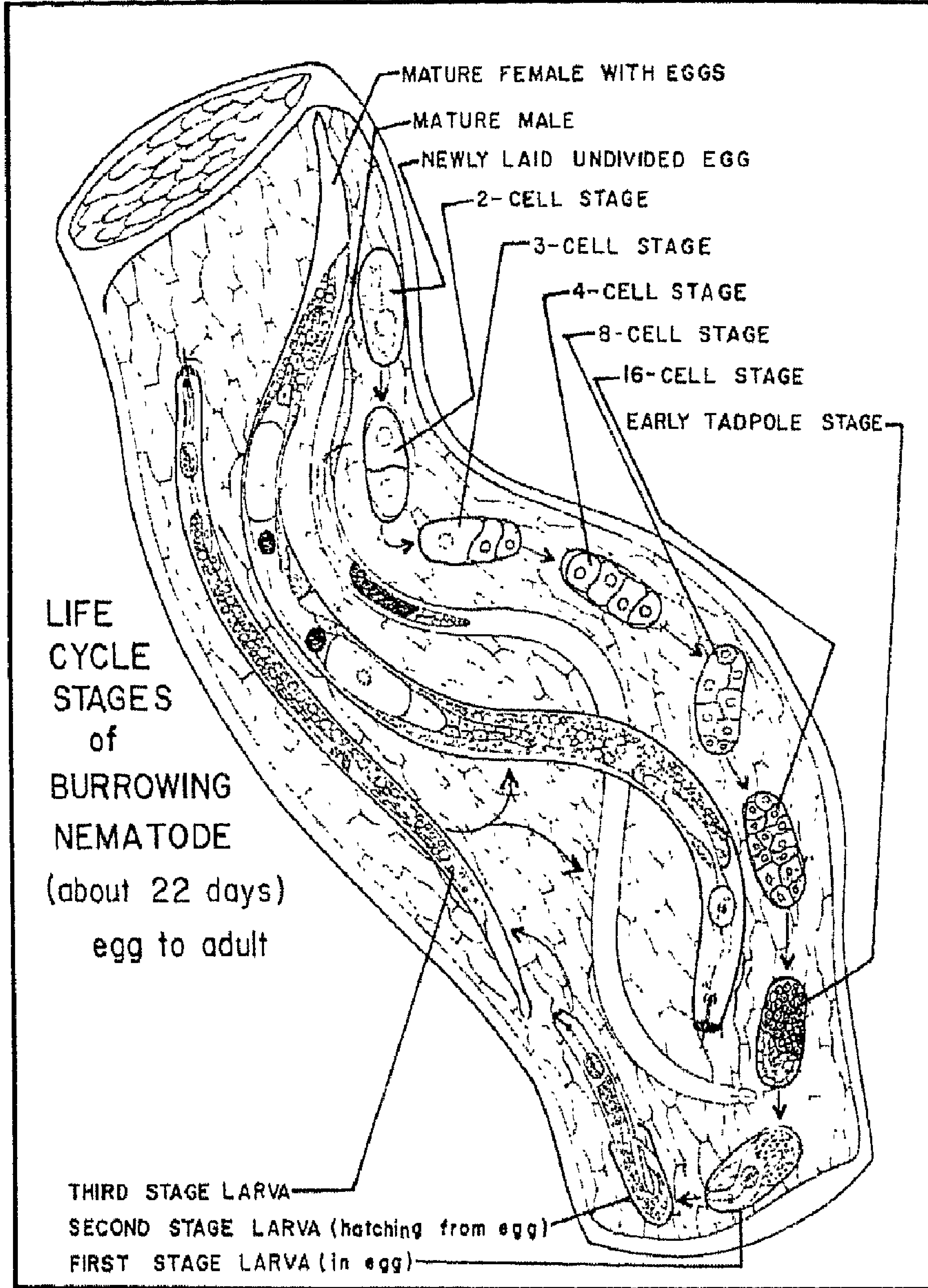
قطاعات طولية فى جذور موز سليمة غير مصابة



قطاع طولى فى جذور موز مصابة بالنيماتودا الناخرة *R.similis* لاحظ التقرحات ذات اللون البنى.



تقرحات على جذور الموز نتيجة الإصابة بـــ *R.similis*
شكل رقم (59)



رسم توضيحي يبين دورة حياة النيماتودا الناخرة *R.similis* دورة الحياة 22 يوم تقريباً من البيضة إلى النيماتودا البالغة يبين الرسم درجات النمو الجنيني داخل البيض- الأطوار المختلفة داخل الجذور

شكل رقم (60)

وقدرة النيماتودا الناخرة على البقاء تزداد بثلاثة عوامل:

1- وجود مدى عائلى واسع.

2- قصر دورة الحياة بحيث يسمح بسرعة التكاثر خلال الظروف الملائمة.

3- قدرة الإناث على التكاثر لمدة جيلين بدون ذكور.

وفى ولاية فلوريدا يكون أقصى تعداد لها فى شهرى أكوبر – ديسمبر وأقل تعداد فى يناير – يوليو.

– انتشار النيماتودا وطرق نقلها Transmission and spread:

أساساً عن طريق النباتات المصابة وتنتقل بعد أن تثبت نفسها فى التربة لمسافة 40–50 قدم فى السنة. والمياه الأرضية تؤثر على نسبة واتجاه انتشار النيماتودا ويقل الانتشار إلى أعلا فى التلال ويزداد فى المنحدرات up hill ، down hill. وتلامس جذور الأشجار يؤدى إلى الانتشار الشديد بين الأشجار ومن المعروف أن جذور الأشجار السليمة تمتد لمسافة 70 قدم من الجذع.

وتنتشر أيضاً عن طريق التربة كذلك المياه السطحية تؤدى إلى انتشارها. وهذه النيماتودا لها القدرة على التأقلم ومداها العائلى الواسع وطبيعة التغذية وحجمها الصغير يؤدى إلى صعوبة المكافحة.

–النيماتودا الناخرة (على الفلفل الأسود):

وتصب أيضاً نباتات الفلفل الأسود black pepper (peper nigrum) وهى من النباتات الأساسية فى اندونيسيا لفترة 50 سنة وأصيبت بشدة عام 1930 وظهور مرض black pepper yellows، ويصاب بشدة على دفعات حتى تتحول مساحات كبيرة من الفلفل إلى اللون الأصفر ويتوقف النمو ثم موت النباتات فى النهاية .

وتموت الجذور المغذية وتظهر التقرحات وتنتشر على الجذور الكبيـرة وتسـبب خسائر بنسبة 90% فى المرة الواحدة. وعدم زراعة الفلفل فى مناطق ملوثة أدى إلـى القضاء بصورة كبيرة على هذا المرض.

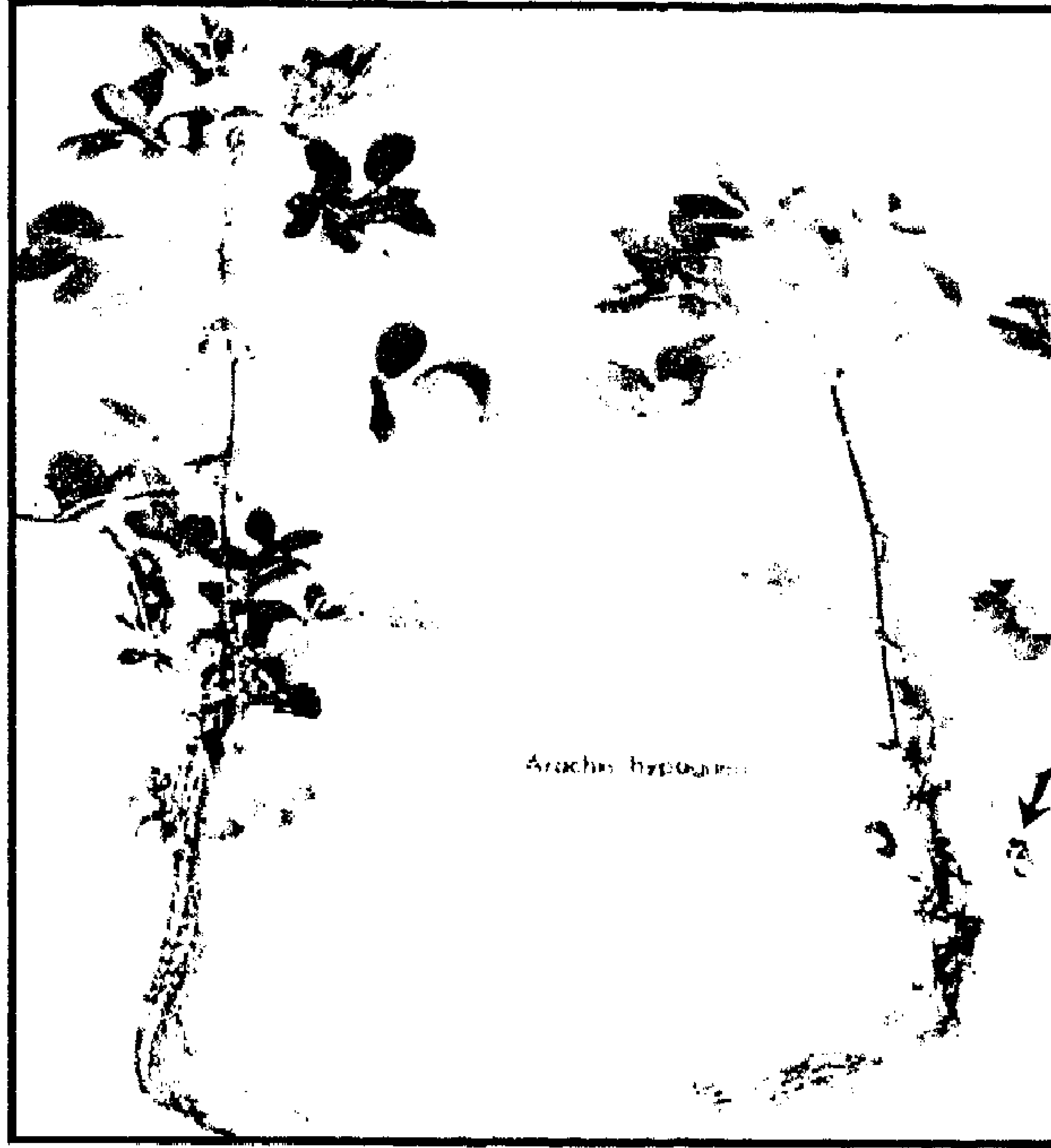
وتزداد نسبة النقص فى النمو الخضرى بزيادة الكثافة العدديـة، تضـع الإنـاث البيض داخل أنسجة الجذور. مناطق الاختراق تأخذ اللون البنـى الغـامق وتتقـرح. ولا تتأثر المنطقة الوعائية بهذه النيماتودا.

-النيماتودا الناخرة على الفول السودانى :

Burrowing nematode, *Radopholus similis* on peanut, Arachis hypogaea :

سجلت إصابة الفول السودانى بالنيماتودا الناخرة السلالة المرضـية للمـوز فـى روديسيا (الان زيمبابوى) فى عام 1969 بواسطة Martin *et al* 1969.

وتسبب النيماتودا تقرحات كثيرة على القرون وقشرتها وتسبب انخفاض الإنتاجية وتركزت التقرحات على القشرة فى الجذور والقرون. ولم تتواجد النيماتودا على البذور او أغلفتها (التقرحات) (شكل 61).



مقارنة بين نباتات فول سودانى مصابة وغير مصابة بالنيماتودا الناخرة
لاحظ وجود تقرحات بنية غامقة على القرون والنباتات



أعلى: قرون فول سودانى مصابة بالنيماتودا الناخرة - قرح بنية غامقة.
أسفل: يسار: قرون مصابة بسلالات النيماتودا الخاصة بالموز.
أسفل: يمين: قرون مصابة بسلالة النيماتودا الخاصة بالموالح.
شكل رقم (61)

أما السلالة التى تصيب الموالح فلا تصيب الفول السودانى فى أمريكا وعند إصابة أغلفة الحبوب توجد بقع بنية عليها أو بقع سوداء غير منتظمة.

جميع الأطوار النيماتودية وجدت فى أغلفة البذور seed coat وهى مرتبطة بإصابة القرون ذاتها. لا توجد إصابات بالنيماتودا فى الأجنة داخل البذور.

- السلالات الفسيولوجية للنيماتودا الناخرة *Physiological Races*:

توجد سلالة واحدة تتطفل على الموز ولا تصيب الموالح وتسمى Banana race وتوجد سلالة أخرى تتطفل على الموز والموالح وتسمى Citurs race وهاتان السلالتان سلالتان مرضيتان Patho types تصيب مدى عائلى واسع يتضمن نباتات الزينة ومحاصيل الغذاء ولا يوجد تمييز مورفولوجى بين السلالتان.

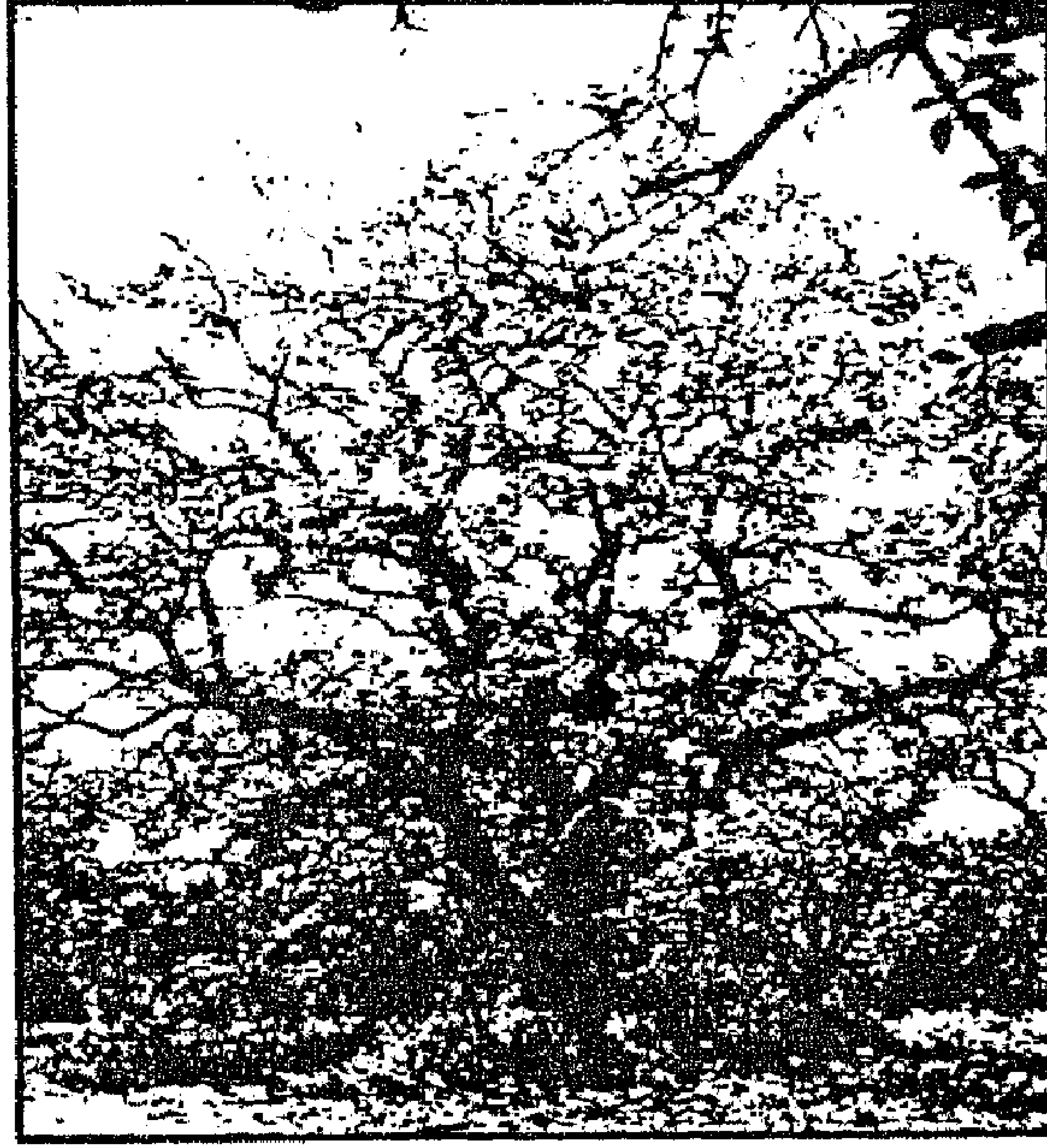
- النيماتودا الناخرة على الموالح:

تعتبر النيماتودا الناخرة *Radopholus similis* من أهم الأنواع النيماتودية المتطفلة على الموالح وتعتبر المسبب الرئيسى لتدهور الموالح فى فلوريدا حيث تنتشر فى الأراضى الرملية. كذلك تعتبر نيماتودا *Tylenchulus semipenetrans* من أهم المسببات ذات الانتشار الواسع فى العالم وتسبب تدهوراً بطيئاً فى الأشجار المصابة ويصل تعدادها إلى 5.000 أو أكثر لكل جرام جذر فى المناطق حسنة الصرف الرملية العميقة. أما فى الأراضى سيئة الصرف poorly drained أو الأراضى السطحية shallow يكون التعداد النيماتودى قليل 1000 نيماتودا وأقل لكل جم جذر.

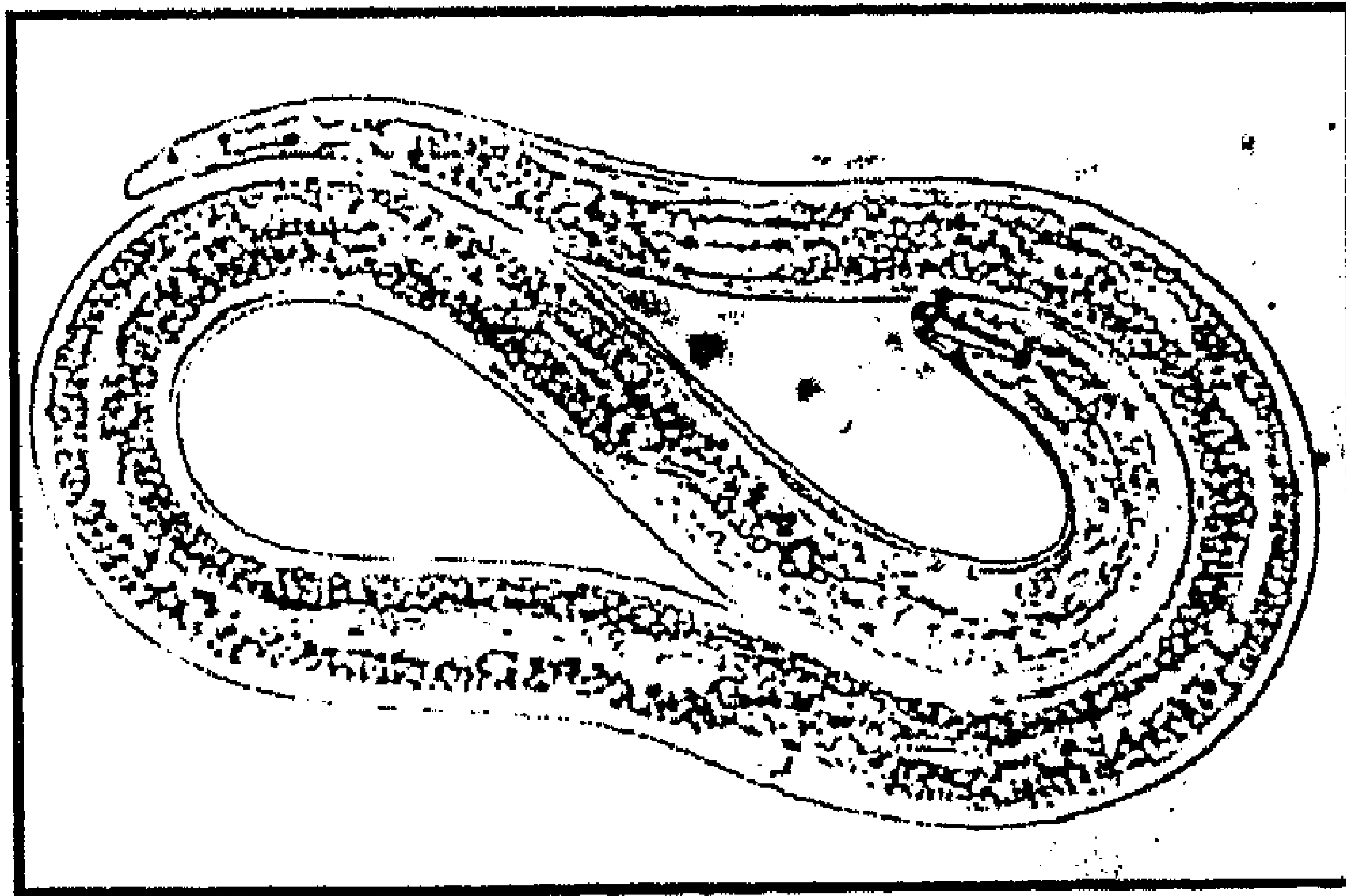
ويلعب عامل التربة عاملاً هاماً فى ظهور الأعراض المرضية على الأشجار المصابة، عند عمق 10-30 بوصة 25-30% من الجذور المغذية Feeder roots تصاب عند عمق 30 بوصة، 90% من الجذور تتحطم. تلعب المواد العضوية دوراً هاماً فى تشجيع نمو الكائنات الدقيقة التى تؤثر على نمو وتكاثر النيماتودا.

التربة المحتوية على 9% مادة عضوية تناسب زيادة أعداد وتكاثر النيماتودا، فى تربة محتوية على 5-15% طين يزداد تكاثر النيماتودا.

نتيجة الإصابة بالنيماتودا تتغير الجذور فسيولوجيا وتغير من معــدل امتصـــاص الأملاح الغير مطلوب امتصاصها فيزداد تركيزها (صوديوم) ويـــؤثر علـــى الأوراق وشكلها ولونها والتوائها ويزداد ذلك كلما كان مستو الماء الأرضى مرتفع وزيادة نسبة الأملاح. ونتيجة الإصابة الشديدة بالنيماتودا تصبح الأشجار ضـــعيفة وتتـــأثر بشـــدة بالأمراض الأخرى شكل (62-65).

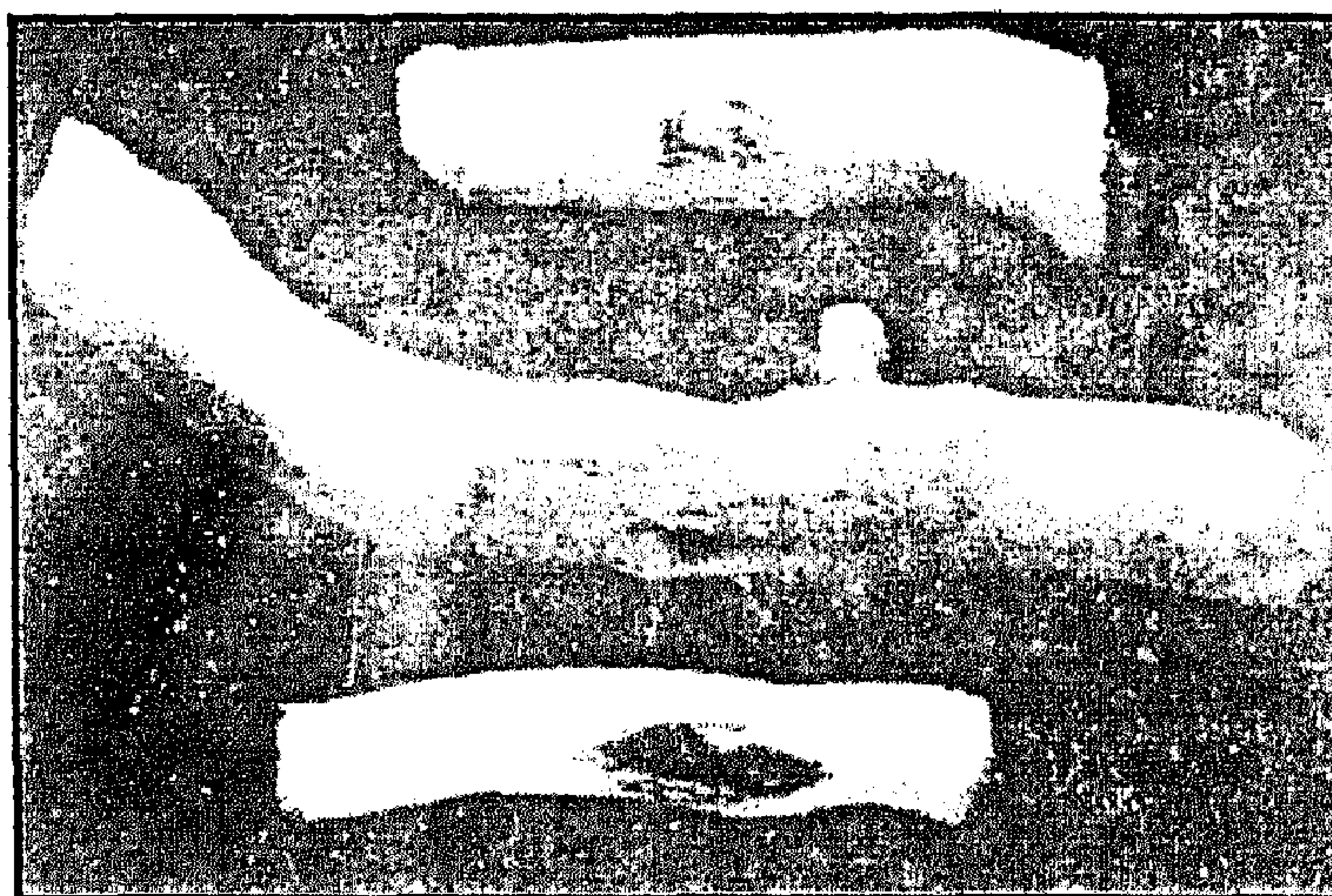


شجرة موالح مصابة بالنيماتودا الناحرة وتظهر اعراض التدهور

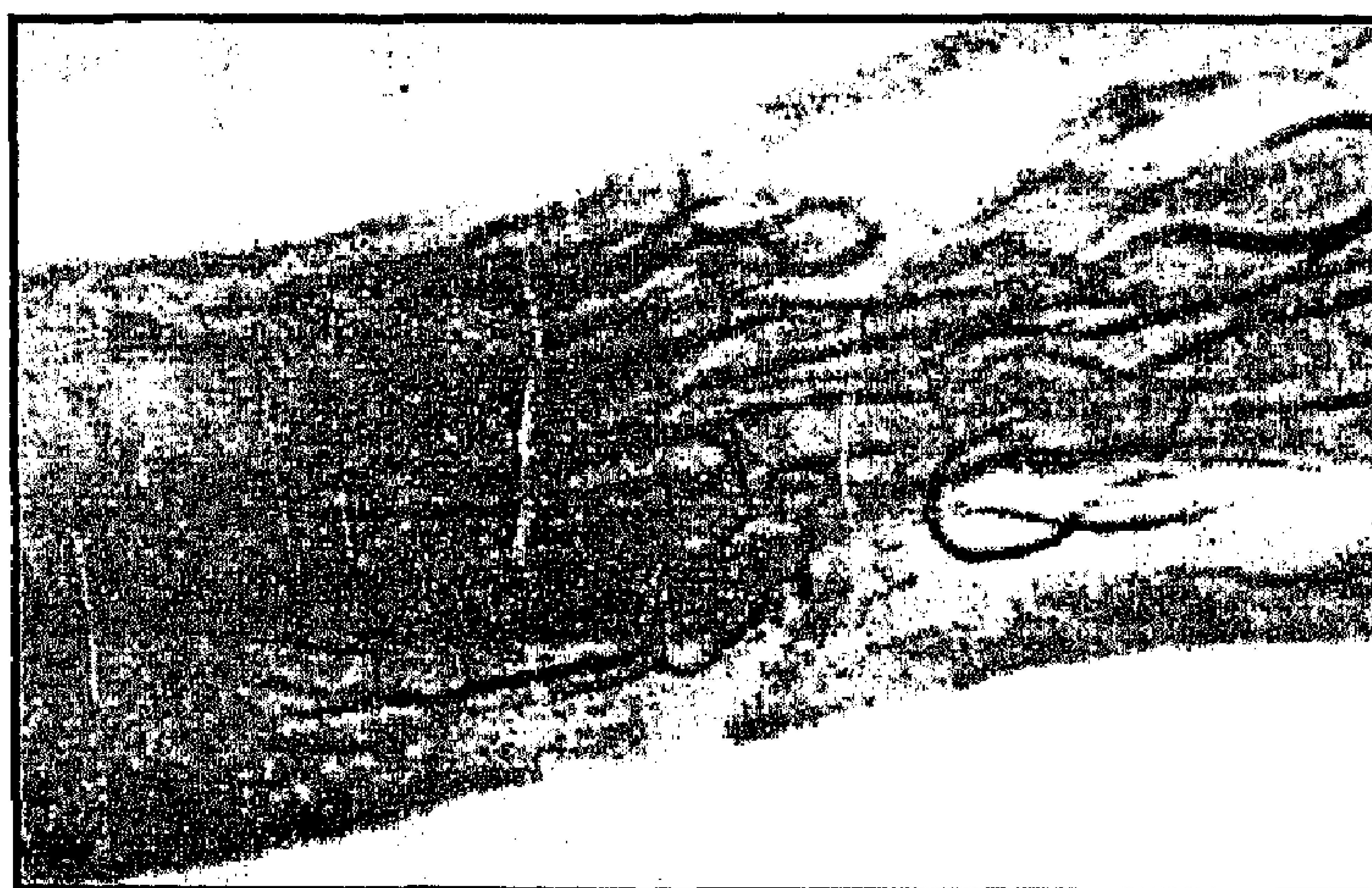


صورة طبيعية للنيماتودا الناخرة *Radopholus similis*

شكل رقم (62)

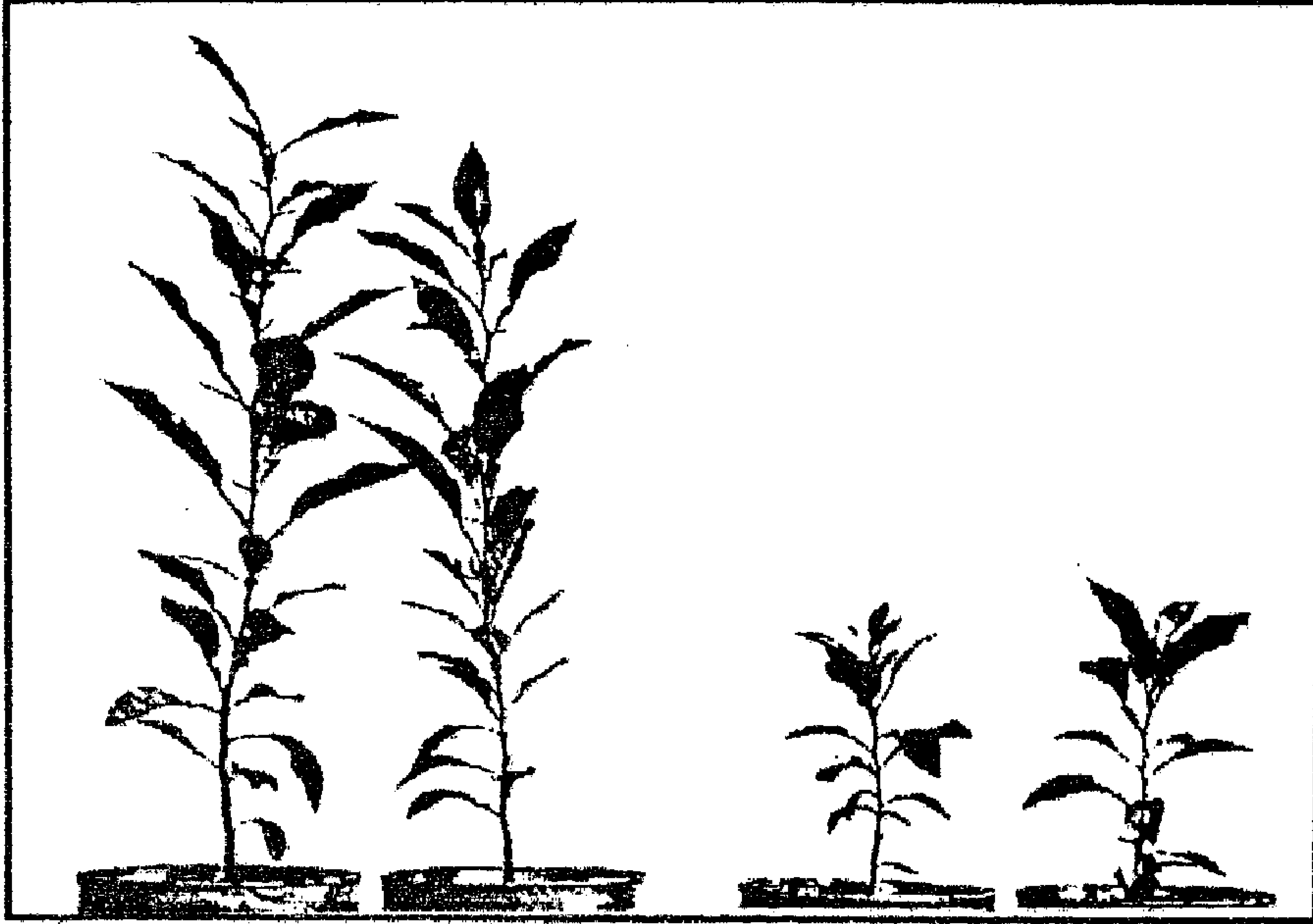


قرح خارجية على جذور جريب فروت نتيجة الاصابة بالنيماتودا الناخرة

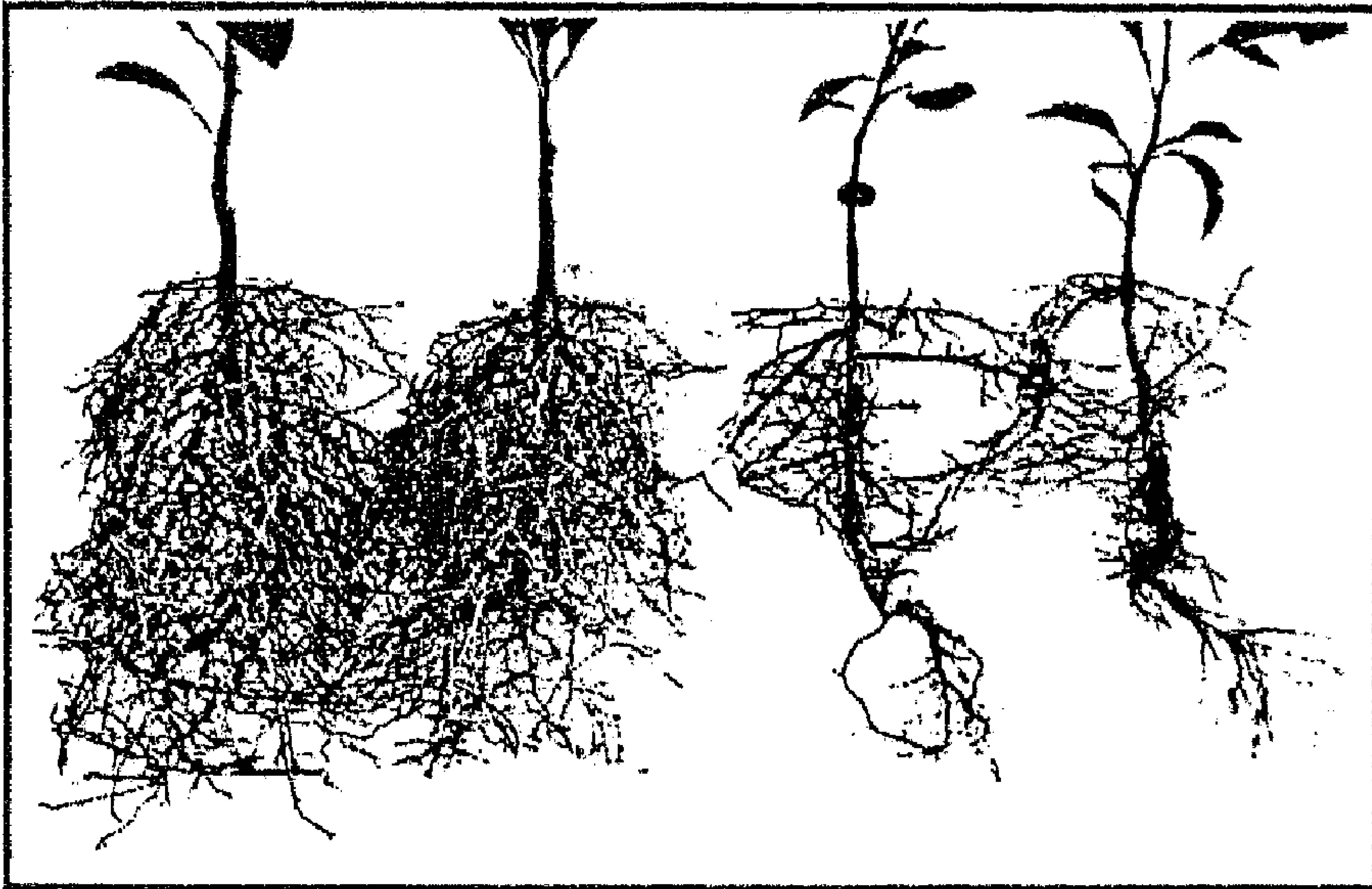


انتشار الاطوار المختلفة للنيماتودا الناخرة بداخل الجذور المغذية لاشجار الموالح

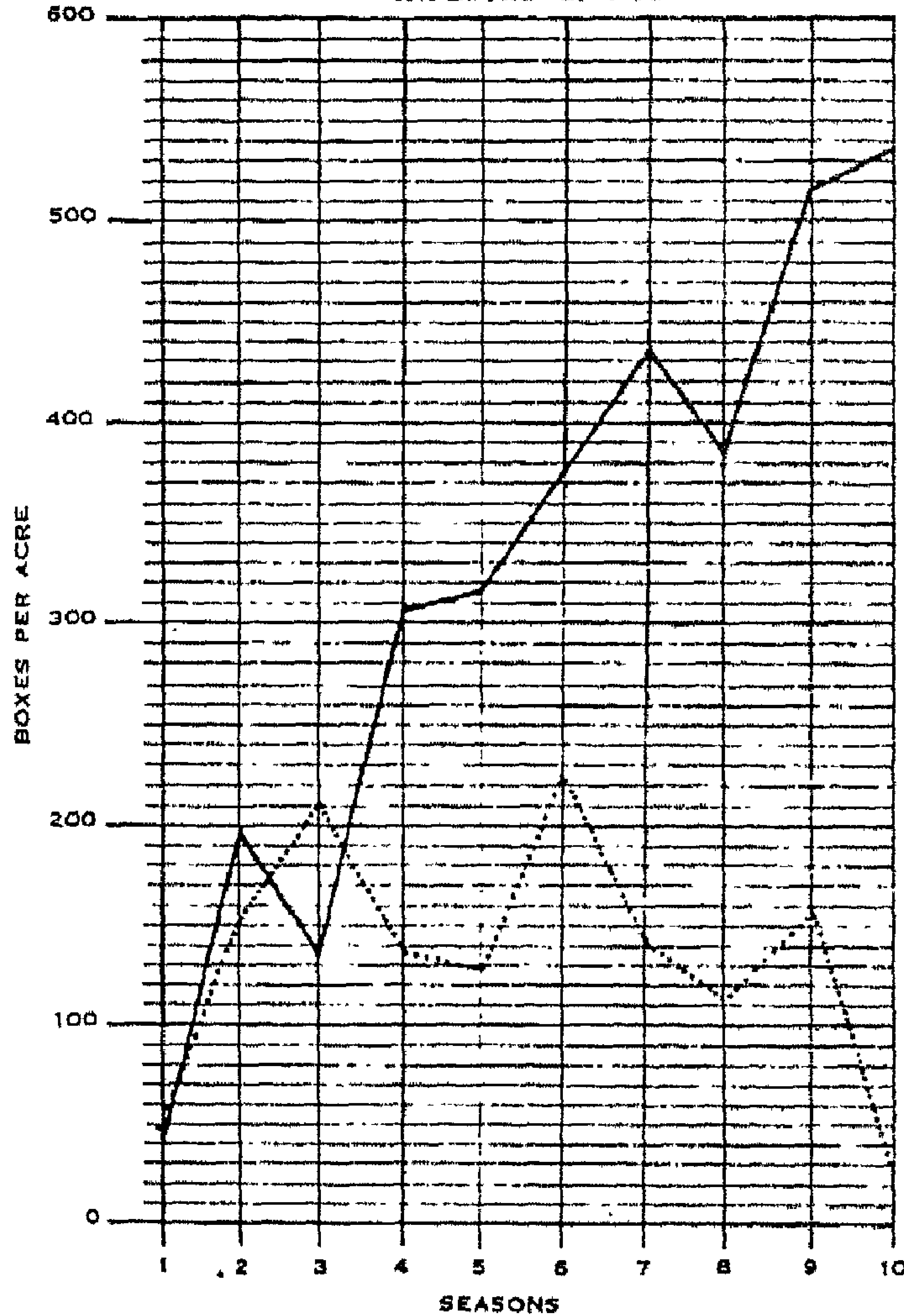
شكل رقم (63)



نمو شتلات موالح بعد 8 شهر من الزراعة فى تربة ملوثة بالنيماتودا الناخرة.
اليسار (شتلات سليمة فى تربة سليمة). يمين (شتلات مصابة نامية فى تربة ملوثة بالنيماتودا).



جذور الشتلات السليمة من الموالح (يسار) يمين جذور شتلات مصابة بالنيماتودا الناخرة.
شكل رقم (64)



مقارنة بين انتاج الموالح فى تربة سليمة واخرى ملوثة بالنيماتودا الناخرة (—) مزروعة بشتلات سليمة، (--) مزروعة بشتلات ملوثة بالنيماتودا الناخرة

شكل رقم (65)

الأشجار الصغيرة التى تزرع فى تربة ملوثة تتكاثر عليها النيماتودا بشدة ويرتفع تعداد النيماتودا بدون ظهور أعراض مرضية واضحة. ويظهر الذبول عليها فقط أثناء موسم الجفاف ولا تستعيد المظهر العادى إلا بعد سقوط الأمطار أو الــرى وتســتجيب الأشجار لذلك مع ظهور النموات الجديدة Growth flushes.

وعند أخذ عينات للكشف عن النيماتودا الناخرة يجــب أن يكــون علــى عمــق 30 بوصة حيث أن هذه المنطقة تحتوى على أكثر تعداد نيماتودى لها بينما أخذ عينات نيماتودا التدهور البطئ تكون على عمق 6–12 بوصة.

من المعلومات المعروفة مبكراً أن لكل من النيماتودا الناخرة *R.similis* ونيماتودا التدهور البطئ *T.semipenetrans* سلالات races وهـــى عـــزلات مـــن الأفـــراد النيماتودية لا يمكن تمييزها مورفولوجيا أو قياسياً عن بعضها ولبعض هذه العــزلات القـــدرة علـــى غـــزو وإصـــابة المـــوالح المقاومـــة أو المتحملـــة للإصـــابة Resistant/tolerant.

وتلعب الــ Root stocks دوراً هاما فى مجال المقاومة حيث تعتبر أحد عناصر المكافحة وإدارة الآفات.

وفى الـ root stocks المقاومة resistant للنيماتودا نجد أنها يمكن أن تصـــاب بالنيماتودا باعداد قليلة ولكن غير كافية للتأثير علـــى النمـــو. ويمكـــن أن تتطـــور– Resistant breaking biotypes على مدى عدد من السنين.

وللسلالات المختلفـــة تفضـــيل عـــائلى يمكـــن مـــن خلالـــه التمييـــز بينهمـــا Host preference.

ويوجد تقريباً حوالى 4 سلالات لنيماتودا التدهور البطئ واثنان للنيمـــاتودا النـــاخرة. والمعلومات المتوافرة عن سلالات النيماتودا هام جداً فـــى اختبـــار الأصـــناف المقاومـــة Resistant root stocks ووضع طرق المكافحة وإدارة الآفات – والأمـــور التنظيميـــة المتعلقة بذلك.

Radopholus citrophilus

مرض نيماتودا التدهور المنتشر المتسبب عن النيمـاتودا *R.citrophilus* علـى أشجار الموالح يعتبر من الأمراض الشديدة التأثير من الناحية المرضية وخصوصاً فى أماكن زراعات الموالح الكثيفة كما فى فلوريدا فى الأراضى الرملية. وتسـمى هـذه النيماتودا بالنيماتودا الناخرة لأنها تسبب وجود أنفاق كثيفـة خـلال أنسـجة الجـذور حيث أن النيماتودا متطفلة داخلية مهاجرة ومتحركة، وتسبب النيماتودا التدهور السريع فى الأشجار (15متر/عام) – وكانت تعتبر سلالة من النيماتودا التى تصـيب المـوالح citrus race of *R.similis* وكانت تتميز عن سلالة المـوز Banana race حيـث كانت أشجار الموالح غير عائل لهذه السلالة.

وأعراض الإصابة بهذه النيماتودا من تدهور سريع وسرعة انتشاره بين الأشجار من الأعراض الهامة وتتميز الأعراض بمجموع خضرى متفرق خاصة التى توجد فى الظل sparse foliage خلال المراحل الأولى لتطور المرض. الأوراق والثمار تصبح صغيرة وتتبقى أعداد قليلة من الثمار الناضجة على الأشجار– نهاية أفـرع الأشـجار تصبح عارية ثم يموت كل الفرع بعد ذلك – الأشجار المصابة تصبح ذابلة خصوصـاً فى حالة قلة الرطوبة الأرضية وخصوصاً خلال فترة الجفاف drought والتى تنتهى فى الشتاء والربيع فى فلوريدا.

تظهر الأعراض على الجذور أسفل عمق 25–30سم – القلة الواضحة فى كتلـة الجذور المغذية Feeder roots وذلك فى العمق deeper soil profiles عند عمـق 25–50سم 75% من الجذور يكون موجوداً ولكن بعد هذا العمق يتدمر ويموت الجذر كلية – تظهر بقع داكنة على الجذور المغذية المصابة وذلك فى مناطق دخول النيماتودا والتى سرعان ما تندمج مع بعضها وتسمح للكائنـات الأخـرى بالإصـابة– تصـيب النيماتودا مناطق الاستطالة للجذرة وقمم الجذور وقد تصبح منتفخة swollen.

بيولوجى: دورة الحياة على أشجار الموالح تأخذ من 18–20 يوم تحت الظروف المثلى مما يسمح بازدياد أعداد النيماتودا تحت هذه الظـروف إلـى درجـة كبيـرة.

اختراق النيماتودا يعقبه بعد ذلك وضع البيض بمعدل 2 بيضة/يوم الذى يفقس بعد 2-3 يوم يؤثر على أعداد النيماتودا الكائنات المنافسة الأخرى التى تقلل من هذه الأعداد Rhizosphere competitors . التكاثر بكرى Parthenogenic وجنسياً sexually والذكور لا تتغذى وتشكل من صفر -40% من أعداد النيماتودا بمتوسط 10% تبقى النيماتودا بداخل الجذور حتى ترغم على تركها نتيجة الظروف السيئة والأزدحام وتحلل الجذور فتهاجر.

- البقاء وطرق الانتشار Survival and means of dissemination:

لا تستطيع البقاء لفترة طويلة فى غياب جذور العائل (6 شهر) ولقد سجلت النيماتودا بعد 14 شهر تحت ظروف الجفاف والتبوير - بقايا الجذور المدفونة تحت سطح التربة يمكن أن تساعد على بقاءها خلال فترات الجفاف والتبوير.

تنتقل النيماتودا عن طريق root stock (عقل وشتلات) - الآلات الزراعية Machinery - المياه التحت أرضية sub soil water وتتحرك بسرعة 15متر/سنة.

- المدى العائلى Host- range:

هذه النيماتودا متعددة العوائل بشدة polyphagous تصيب أكثر من 250 نوع فى 15 عائلة خارج Rutaceae - داخل الموالح والأجناس القريبة هناك أكثر من 1200 نوع - تستطيع السلالات الخاصة بالنيماتودا Biotypes كسر المقاومة فى الأصناف المقاومة (الحرارة الرئيسية).

عوامل التربة تؤثر بشدة على النيماتودا Edaphic conditions وأهمها عامل الحرارة - الرطوبة وفترات نمو الجذور الـ Cardinal temperature 24°م.

يؤثر الجفاف فى الطبقات السطحية على نمو وتكاثر النيماتودا (Surface roots) كما تؤثر قلة الرطوبة ونقصها فى المناطق السطحية على تكاثر وتطور النيماتودا Moisture deficits كما يؤثر قوام التربة Soil texture على انتشار النيماتودا

ويزداد ذلك فى الأراضى الرملية عن الطميية Sandy than loamy soils وتــزداد حركة النيماتودا فى الأراضى الخفيفة Light textured soil. تلعب الفطريات فــى التربة دوراً مع النيماتودا فى أحداث أمراض مركبة Disease complexes ولكن فى وجود فطريات الميكورهيزا Mycorrhizal fungi تنخفض إعــداد النيمــاتودا فــى التربة وقد يرجع ذلك إلى زيادة مستوى الفسفور المتاح كما تزداد أشجار الموالح فــى تحملها لهذه النيماتودا فى وجود الميكورهيزا وخصوصاً فى حالة وجود نقص الفسفور فى التربة.

يوجد لهذه النيماتودا 2 سلالة Biotypes تصل نسبة الفقد فى المحصول نتيجــة هذه النيماتودا إلى 40-70% للبرتقال وأكثر فى الجريب فروت.

عند أخذ العينات من التربة يجب أن تصل إلى حد 120سم علــى الأقــل وهــذا مكلف ويجب تقسيم البستان إلى منــاطق علــى حســب أعــراض وشــدة التــدهور Visual stratification فى حالة الأشجار المشتبه فى إصابتها يجب أن تكون العينة (3 عينة / شجرة).

-النيماتودا الناخرة على الموز :

من أخطر الأنواع التى تدمر زراعات الموز هى النيماتودا النــاخرة *R.similis* والتى تنتشر بين الزراعات عن طريق الأجزاء المصــابة بهــذه النيمــاتودا. كــذلك الاستيراد الغير رسمى لهذه الأجزاء الملوثة بدون إجراءات الحجر الزراعــى- كمــا يمكن انتشارها عن طريق مياه الفيضان Flooded water والحركة النشطة للنيماتودا Active movement وخصوصاً فى المنحدرات وإصابتها لمناطق جديــدة. وتكثــر الإصابة بالنيماتودا بالقرب من قمة الجــذور Root-tip ويمكــن للأطــوار البالغــة واليرقات أن تخترق الجذور وتتغذى فى المنطقة ما بين الخلايا البارنشيمية وبين أسفل الأبيدرمس (فى منطقة القشرة). وتتغذى النيماتودا مباشرة على سيتوبلازم الخلايا حيث ينهار جداً الخلايا وتتكون بداخلها فجوات .. ويمكن للعديد من النيماتودا أن تخترق مــن

مكان تغذية واحد ونتيجة وجود أكثر من نيماتودا فى مكان واحد وتكوين عدة فجوات تتصل ببعضها البعض وتزداد الفجوات اتساعاً نتيجة التغذية على البارنشيما المجــاورة وتحــدث إنفاق باتجاه القشرة ولا تصل الإصابة إلى منطقة الحزمة الوعائية Stele.

وتتميز الجذور المصابة بوجود بقع وتقرحات حمراء وسوداء بامتــداد الجــذور والأجزاء المعمرة من الجذور المصابة تتحول إلى اللون الأسود والأطراف التى حولها (الحواف) تظل حمراء. وتنتشر الإصابة بامتداد الجذور وعميقاً إلى الريزومات. وهذه الريزومات المصابة هى مصدر كبير للتلوث على مستوى العالم.

ونتيجة وجود النيماتودا تدخل كثير من مسببات الأمراض الأخــرى والفطريــات المترممة وتزداد هذه القرح حتى يمكن أن تؤثر على الجهاز الوعائى وتصبح الجذور مختلة الوظائف ومختلفة وعائياً ويتحجم حجم الجذور ويقل فى الانتشار وتحدث حالة Toppling انقلاب لزراعات الموز نتيجة عدم تثبيت الجذور جيداً فى التربة مع ثقل ســباطات المــوز Bunches. كما تصفر الأوراق وتبلى الأوراق مع القابلية للذبول وزيادة حدوث ما يسمى Choke-troat وهى حالة خلل فسيولوجى متسببة ابتدائياً عن نمو بطئ فى الجــو البــارد (شكل 66).

وللنيماتودا الناخرة سلالات تختلف فى قدرتها المرضية، البعض منها يصيب فقط الموز والآخر يصيب الموالح مع الموز والبعض الآخر يصيب الدخان، الذرة البطاطا، الأرز والطماطم وفول الصويا.



مرض انقلاب الاشجار toppling فى الموز نتيجة الاصابة بالنيماتودا



اسوداد المجموع الجذرى فى الموز فى الاشجار المقلوبة نتيجة الاصابة بالنيماتودا الناخرة *R.similis*

شكل رقم (66)

– نيماتودا التقرح والتعفن Lesion nematodes, *Pratylenchus spp.*:

تنتشر فى معظم مناطق العالم، أنواع منها متأقلمة ومتوافقة مع المناطق البـاردة وأنواع أخرى مع المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. تسـبب خسـائر اقتصـادية لمحاصيل الحقل والفاكهة والخضر (البطاطس – الفاصوليا – الذرة – الفول السودانى – الموالح – محاصيل العلف مثل البرسيم وبعض الحشائش). البعض مـن أنواعهـا يسبب ضرراً شديدا للتفاح والخوخ والعنب وعين الجمـل. تسـبب مـع كثيـر مـن مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية أمراض معقدة شـديدة التـأثير علـى العائـل

Pseudomonas solanacearum مثل دورها مع بكتيريا Disease complexes مع البكتريا. **ومن أهم الأنواع:**

P.penetrans, P.neglectus, P. thornei, P.vulnus, P. scribneri, P.coffeae, P.zeae, P. brachyurus.

– بيولوجى :

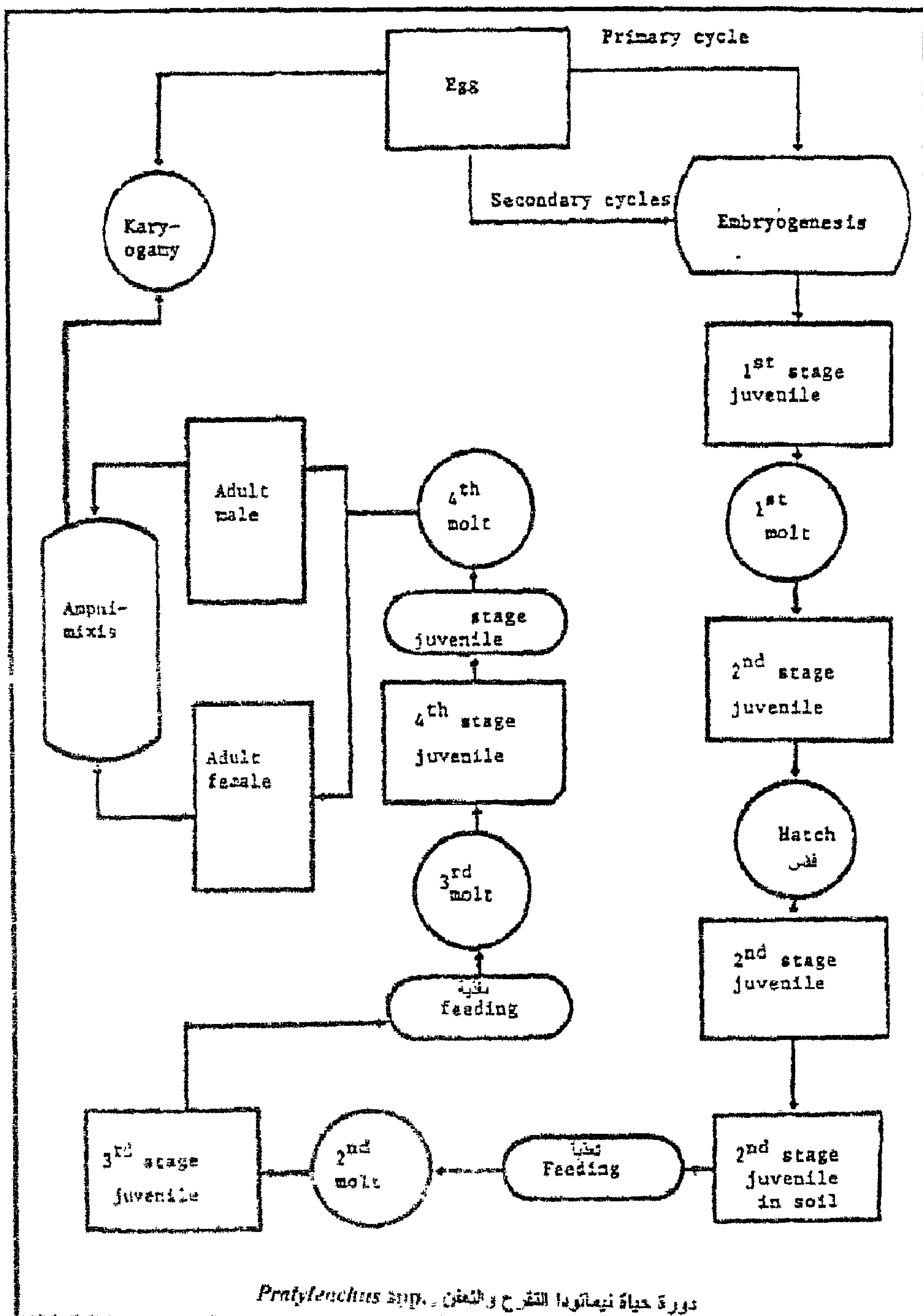
متطفلات داخلية مهاجرة ومتحركة، جميع الأطوار اليرقية يمكنها أن تتطفل على الجذور وتسبب وجود قرح بنية على الجذور المتغذى عليها وتسبب وجــود فجــوات كبيرة داخل الجذور فى أنسجة القشرة، ويمكن للمناطق المتقرحة أن تحــيط بالكامــل بالجذر. تأخذ دورة الحياة من 30–50 يوم علــى حســب النــوع ودرجــة الحــرارة (شكل 67).

وحيث أنها متطفلات داخلية فإن أعدادها الكبيرة تكون داخل الجذور وقليــل فــى التربة فيجب أخذ ذلك فى الاعتبار عن تقديرها فى العينات. تسبب تقرحــات جذريــة وتقزم النباتات وأصفرار الأوراق وانخفاض المحصول، التكاثر فــى هــذه النيمــاتودا جنسى. النوع *P.vulnus* يصيب الأشجار المتساقطة الأوراق من الفواكــه، والــورد، والخوخ، ومزارع العنب.

– النــوع Pratylenchus coffeae:

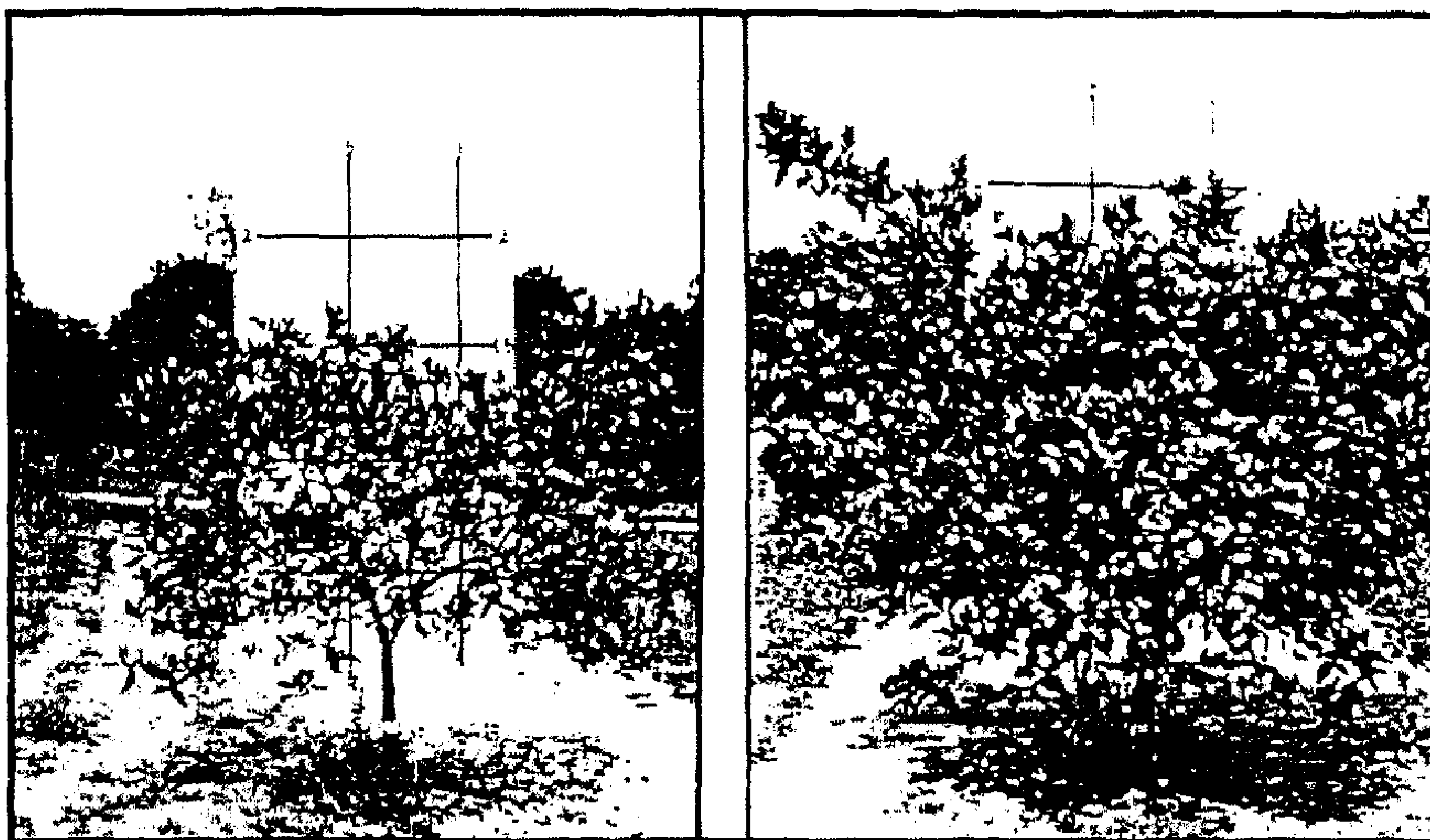
– الانتشار والعوائل:

وهى أفة نيماتودية على محصول القهوة Coffee فــى جمهوريــة الــدومينكان Dominican republic والسلفادور وجواتيمالا، الهند، اندونيسيا، فينــزويلا وعلــى الموز فى البرازيل وبروندى وجزر الكنارى والفليبين وجنوب أفريقيا، تايلاند وغــرب الأنديز، وعلى الموالح فى الهند، اليابان، الولايات المتحدة الأمريكيــة وعلــى التفــاح والعنب فى استراليا والبطاطس والبطاطا فى اليابان وعلى كثير من الحشائش فى الهند والبامبو واليام فى بورت ريكو والطماطم فى استراليا. والتفاح والموز والكريــزانثيمم والقهوة والقطن والبرسيم والماريجولد والبرسيم الأحمر والفراولة فى الولايات المتحدة الأمريكية (شكل 68).

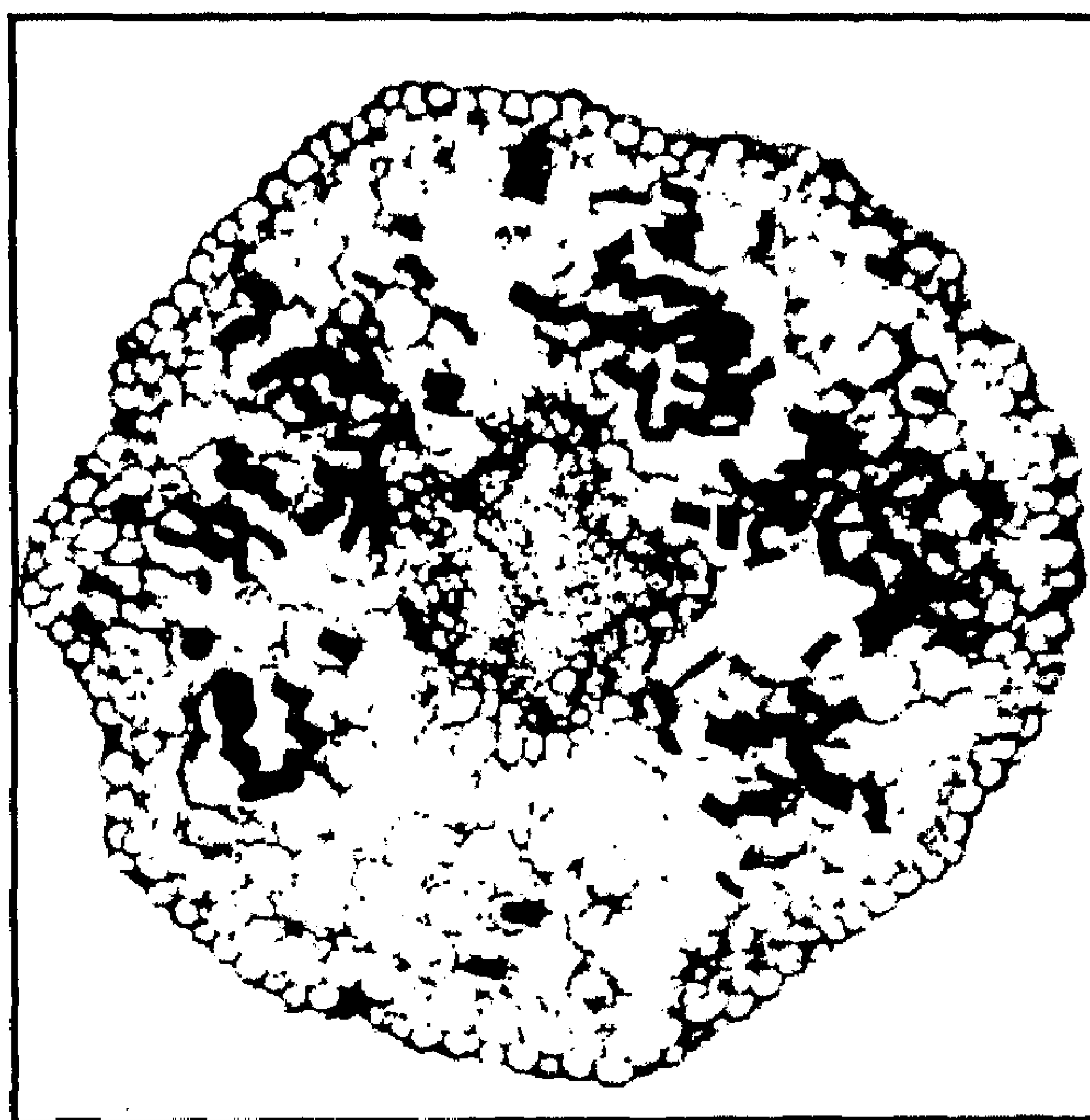


دورة حياة نيماتودا التقرح والتعفن *Pratylenchus spp.*

شكل رقم (٤٦)



مقارنة بين شجيرات موالح عمر 4 سنة نتيجة الإصابة بالنيماتودا *P.coffeae*
يمين شجيرة غير مصابة وسليمة يسار شجيرة مصابة



قطاع عرضى فى جذر موالح مصابة بالنيماتودا *Pratylenchus coffeae* ويلاحظ أن النيماتودا مصبوغة باللون الأسود القاتم منتشرة فى خلايا القشرة
شكل رقم (68)

- بيولوجية ودورة الحياة Biology and life- history of P. coffeae:

وهى نيماتودا مهاجرة داخلية فى قشرة الجذور وتصيب أيضاً كورمات الموز ولحاء أشجار الماهوجنى حيث تتغذى وتتكاثر وتسبب تقرحات بنية على الجذور وتسبب الإصابة بالنيماتودا مدخلاً شديداً للغزو البكتيرى والفطرى، والانسلاخ الأول يأخذ مكانه داخل البيضة وثلاثة انسلاخات خارج البيضة. يأخذ البيض من 6-8 يوم للفقس على درجة 28°م – 30°م.

فى درنات البطاطس فى اليابان الأطوار البالغة تظهر فى حوالى 2 أسبوع بعد الفقس وتأخذ دورة الحياة حوالى 27 يوم. فى غياب العائل تستطيع النيماتودا أن تحيا فى التربة الرطبة لمدة 8 شهر.

- العلاقة بين العائل والطفيل Host- Parasite Relationship:

فى المشاتل فى أندونيسيا والسلفادور تسبب النيماتودا موت نباتات القهوة. وفى الهند تسبب الإصابة أصفرار الأوراق وخسارة الجذور الابتدائية الأولية وتقزم المجموع الخضرى يعقبها ذبول وموت النباتات.

تصل الخسارة السنوية للبن الهندى نتيجة هذه النيماتودا إلى 3 مليون دولار. وجد أن أصابة ليمون الموالح (الشتلات) بحوالى 20 فرد من *P.Coffeae* أدى إلى تكاثر شديد فى خلال 36 أسبوع ووصلت إلى مستوى 10.000 فرد لكل جرام جذور وانخفض نمو المجموع الخضرى بنسبة 22% وتسبب هذه النيماتودا فشل عملية إعادة الزراعة Replant failure فى التفاح.

- نيماتودا التقرح على البطاطس :

Root-lesion nematodes, *Pratylenchus spp.* :

هناك العديد من الأنواع التابعة لجنس *Pratylenchus* من أهمها:

P.brachyurus الأكثر شيوعاً

Pratylenchus penetrans, P. scribneri – P.neglecutus, P.neglecutus, P.vulnus, P.thornei, P.coffeae, P.crenatus.

وتظهر بقع بنية خفيفة على جلد الدرنات ثم يتغير إلى اللون القرنفلـــى البنـــى – مركز القرحة مرتفع قليلاً عن القرحة وحوله انخفاض. فى حالة الإصابة الشديدة تمتد القرح لتغطى كل جلد الدرنة ثم تتشقق بزيادة العمر نتيجة الجفاف. تزداد الإصابة بشدة فى الجانب البطنى للدرنات الملامس للتربة بعد خروج النيماتودا من الجذور لتصـــيب أقرب نسيج نباتى لها وهو الدرنات وتخترق النيماتودا أنسجة الدرنة لمسافة لا تزايـــد عن نصف مم. الأماكن المصابة لا تحتوى على نشا. الأنسجة المصابة تحتوى علـــى فقاعات هوائية. ولقد وجد حوالى 300 نيماتودا فى قرحة 2مم وفى القـــرح الحديثـــة تكون النيماتودا فى حالة نشطة بينما فى الدرنات الكبيرة العمر تكـــون النيمـــاتودا ذات أجسام متضخمة والنيماتودا غير متحركة (شكل 69).



درنات بطاطس مصابة بنيماتودا التعفن *Pratylenchus penetrans* (يمين)، بالمقارنة بدرنة سليمة (يسار)
شكل رقم (69)

عند تحلل الدرنات المصابة فى التربة يخرج منها النيماتودا لتصيب درنات ونباتـــات جديدة سليمة. فى حالة عدم وجود بطاطس وهى عادة تزرع كل سنتان يمكن للنيمـــاتودا أن

تصيب القمح – الشوفان – الفول – الذرة وكثيرة من الحشائش. جميع الأطـوار اليرـ (2، 3، 4، والأطوار البالغة) كلها أطوار معدية infective.

دخول النيماتودا إلى الجذور والدرنات والريزومات يتم عن طريق الرمح وبـ بتأثير انزيمى. ويوضع البيض أما فى الجـذور والتربـة. ويوضـع فـردى أ مجموعات وتضع الأنثى بيضة كل يوم.

جميع الأطوار ما عدا الإناث الواضعة للبيض يمكنها أن تمضـى فتـرة الشـتاء والمعيشة داخل الجذور حيث تمكن النيماتودا من الحياة والبقاء عن الوجود فى التربة.

تلعب البكتيريا والفطريات دوراً هاماً فى ازدياد مساحة القرح وبزيـادة القـرح ومساحتها تتحرك النيماتودا إلى أماكن جديدة فى الجذور. وفى حالة الإصابة بنيماتودا التقرح يؤدى ذلك إلى نضج مبكر للنباتات المصابة عن السليمة. هناك بعض الأنـواع التى تهاجم فقط الدرنات **مثل الأنواع التالية:**

P.penetrans, P.brachyurus, P. scribneri, P. pratensis

ومن الأعراض التى تظهر على الدرنات قرح، نتوءات جرب وذلـك بـأنواع مختلفة. والقرح سطحية فى منطقة القشرة ولا تزيد داخل الدرنة عن نصف مم. تظهر الأعراض على الدرنة بعد 3-4 شهور من الزراعة.

تقلل نيماتودا التقرح درجة الدرنات من حيث الصفات بنسـبة 10-20%. ويقـل المحصول بنسبة 10-50% والنمو العام 50-70% . تظهـر الإصـابة بشـدة فـى الأرض الخشنة.

- نيماتودا تقرح الجذور على البرسيم :

Nematodes of alfalfa (Medicago sativa) Root-Lesion nematodes *Pratylenchus spp.*

تنتشر حيث البيئات الرطبة ذات درجات الحرارة المنخفضة – تسـبب انخفـاض إنتاجية المجموع الخضرى بنسبة كبيرة. تتواجد بإعداد كبيرة فـى أنسـجة الجـذور،

وللتغلب على ذلك يزرع البرسيم الحجازى فى الخريف بعد فترة مــن الجفــاف فــى الموسم الصيفى.

ولقد سجلت سبعة أنواع من نيماتودا التقرح على البرسيم الحجازى وهى الأكثر أهمية:

Pratylenchus penetrans, P. crenatus, P. neglectus, P. coffeae, P. pratensis, P. vulnus and P. globulicola (شكل 70) .



قرون فول سودانى تظهر تقرحات على القشرة الخارجية لها نتيجة الاصابة بالنيماتودا *Pratylenchus brachyurus*



اعراض الاصابة على نباتات برسيم حجازى عمر 3-4 سنة وذلك للاصابة بنيماتودا *Pratylenchus penetrans* لاحظ وجود القرح (سهام) نتيجة الاصابة.

شكل رقم (70)

وهى نيماتودا داخلية التطفل مهاجرة ومتحركة داخل أنسجة الجذور وتقتل الخلايا والأنسجة خصوصاً الأبيدرمس وبارنشيما القشرة خـلال الحركـة والتغذيـة. وهـذه النيماتودا تسبب قلة تحمل النباتات للبرد. وتسبب زيادة الإصابة بالفيوزاريوم. تظهـر القرح على أنسجة الجذور وظهور الأزهار الصفراء المخضرة.

تضع الإناث البيض فى التربة أو أنسجة الجذور، نتيجة دخول النيماتودا اليرقات والأطوار البالغة تتكون القرح على السطح الخارجى بلون بنى وأسود.

الإصابة الشديدة بهذه النيماتودا تسبب قلة نمو الجذور وانخفاض إنتاجية المجموع الخضرى كأعلاف Forage yields. درجات الحرارة من 10-30°م ملائمة لاختراق النيماتودا للجذور. تأخذ دورة الحياة من 28-30 يوم. والظروف البيئيـة قـد تطيـل أو تقصر دورة الحياة. الجفاف يلعب دوراً فى خفض أعداد هذه النيماتودا Fallow.

- نيماتودا التقرح على الذرة A lesion nematode, *Pratylenchus zeae*:

تنتشر على جميع مستوى بلدان العالم ذات الأجواء الدافئة والاستوائية وتصـيب عوائل عديدة منها الذرة والأرز وقصب السكر والخوخ والـدخان والبصـل والقمـح والشعير والموالح وفول الصويا والبطاطس والفراولة. وتسبب نفس الأعـراض التـى تسببها الأنواع الأخرى المختلفة من تقزم وذبول وأصفرار أوراق وقرح على المجموع الجذرى وهناك النوع *P.thornei* الذى يصيب نباتات القمح ويسبب تقـزم للنباتـات وقلة أعداد السنابل وتقزمها (شكل 71).

- نيماتودا التقرح والتعفن على الموالح :

The lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus* infecting citrus:

تسبب قرح داكنة منفصلة أو متصلة على الجذور نتيجة تغذية الأطوار النيماتودية وتنتشر فى المناطق الدافئة من العالم وتصيب العديد من العوائل مثل الأناناس- الفول السودانى - الفراولة - القطن - الذرة - الدخان - البطاطس.

وأشجار الموالح المصابة بهذه النيماتودا تظهر أعراض التقزم واضمحلال المجموع الخضرى - الذبول. وتظهر البقع البنية على الجذور المصابة وتصبح مشوهه بعد ستة أشهر من النمو. وتظهر التجاويف والإنفاق بداخل الجذور المصابة (فى منطقة القشرة).

وتستطيع هذه النيماتودا أن تعيش لفترة طويلة فى التربة الجافة والحرارة المرتفعة. وتستطيع تحمل درجات حرارة حتى 45.5°م عند رطوبة أرضية قليلة أو منعدمة وتنتشر بقايا الجذور الجافة Dry root debris وتعتبر هذه النيماتودا مسبب مرضى ضعيف للموالح.



تأثير نيماتودا التعفن *Pratylenchus thornei* على نباتات القمح (يسار) نباتات متقزمة - قلة عدد السنابل مع تقزمها (يمين) نباتات سليمة

شكل رقم (71)

- A lesion nematode, *Pratylenchus vulnus*:

تنتشر على كثير من العوائل مثل أشجار الفاكهة - نباتات الزينـة - محاصـيل الخضر أشجار النقل وتظهر النباتات المصابة أعراض التقزم وتقرح الجذور وسـقوط الأوراق والاصفرار وانخفاض المحصول.

ويصيب هذا النوع علاوة على العوائل السابقة الزيتون والنرجس والعنب وأشجار اللوز والكريز والتوت والتفاح والبرقوق والكمثرى والأفوكادو. ويعتقد أن هذا النـوع من نيماتودا التقرح يسبب تهديد لصناعة الموالح فى إيطاليا.

- نيماتودا التقرح على فول الصويا *Pratylenchus scribneri*:

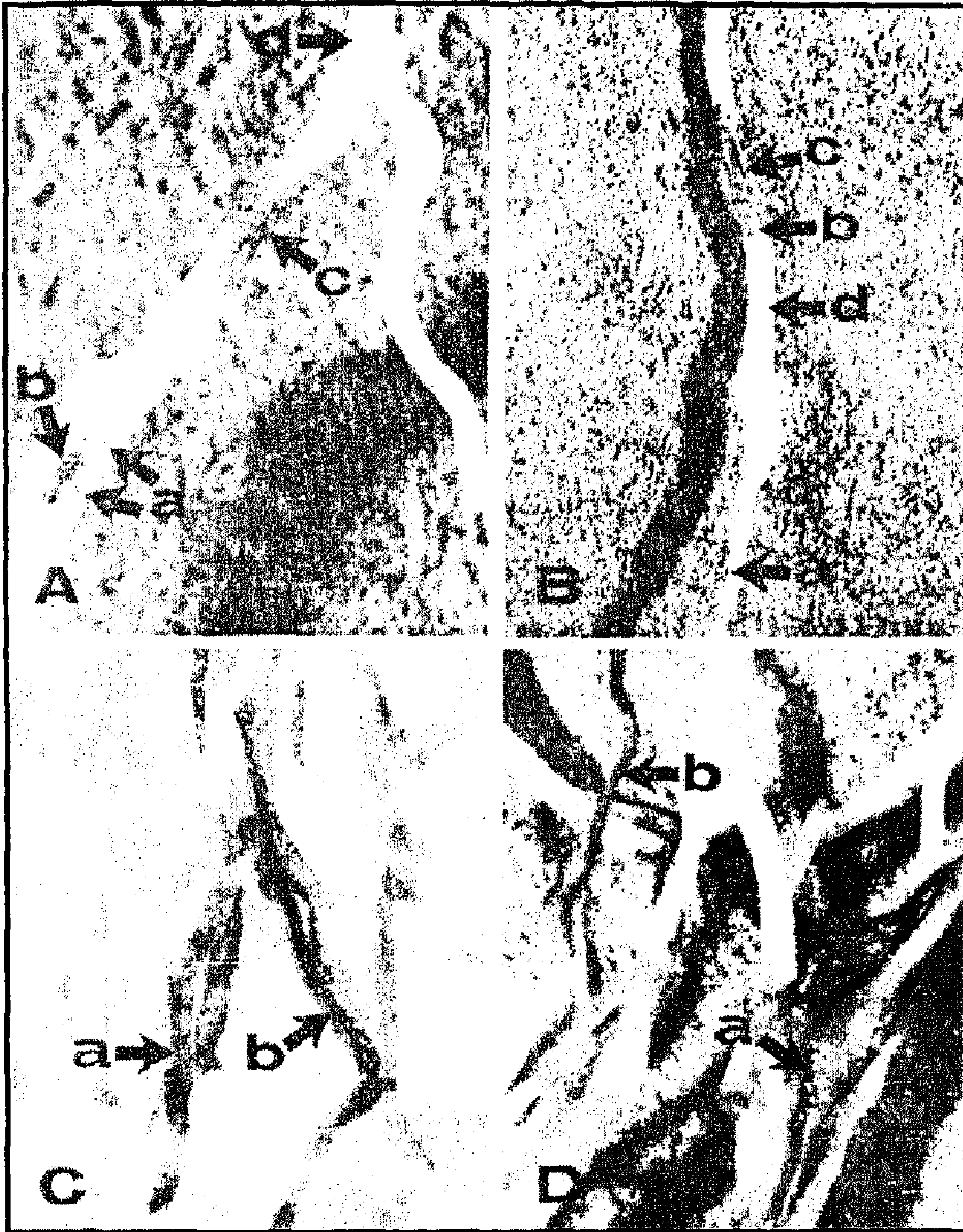
تسبب الكثير من التلف لمحصول فول الصويا وتزداد هذه الإصابة بزيادة الكثافة العددية للنيماتودا فى التربة حيث تسبب التغذية لهذه النيماتودا تقرحات على المجموع الجذرى تتحول إلى اللون البنى الداكن وفى حالة شدة الإصابة تتحد مناطق التقرح necrosis مع بعضها لتكون مناطق طويلة متقرحة على امتداد الشعيرات الجذرية. الهجرة الداخلية للنيماتودا بداخل الجذور تسبب انكماش سيتوبلازم الخلايا ووجود فجوات واسعة فى خلايا القشرة كما تظهر تقرحات شديدة حول أجسام النيماتودا كما يلاحظ وجود الأطوار المختلفة داخلياً مع وجود كميات من البيض الذى يوضع بصورة فردية شكل (72، 73).

-نيماتودا الموالح *Slow decline nematode, Tylenchulus semipenetrans*:

- مقدمة Introduction:

تعتبر الموالح من أهم المحاصيل ذات التقدير الإنسانى لما لها من قيمـة غذائيـة عالية وخصوصاً فى دول الشرق والهند وفي كثير من دول العالم. ومن أهم الأنـواع التجارية.

1- البرتقال الحلو	Sweet orange	*Citrus sinensis*
2- البرتقال الحامضى	Sour orange	*Citrus aurantium*
3- الليمون	Lemon	*C. limon*
4- ليمون حامض	Lime	*C.aurantifolia*
5- الجريب فروت	Grape fruit	*C. Paradisi*
6- نارنج	Citron	*C .medica*



مراحل تطور نيماتودا التقرح على جذور فول صويا 45 يوم بعد الزراعة فى تربة ملوثة
بـ *Pratylenchus scribneri*

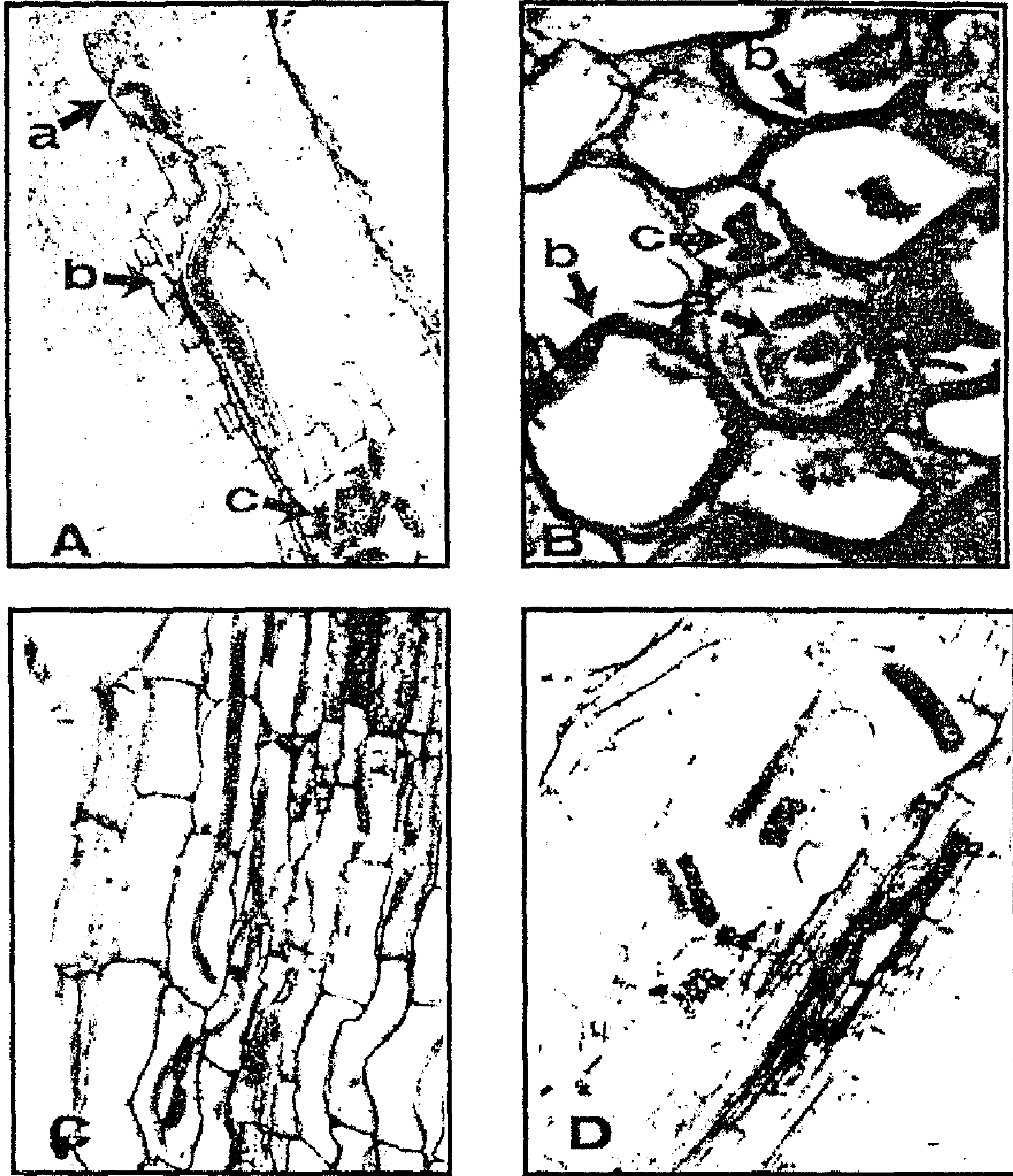
A,B : جذور صغيرة متضمنة تقرحات 4-5 خلايا تحتوى على نيماتودا a

تقرحات 1-2 ملى فى الطول تحتوى على 3-6 نيماتودا ← b

تقرحات 3-10 ملى فى الطول تحتوى حتى 50 نيماتودا ← C

D و C جذور مسنة تحتوى على مناطق متقرحة متحدة مع بعضها وتحتوى على أعداد كثيرة من النيماتودا وبيضها b, a

شكل (72)



صورة : قطاع فى انسجة جذر فول صويا توضح اصابة متاخرة من نيماتودا التقرح *Pratylenchus scribneri*.

A- قطاع فى الانسجة بعد 18 يوم من الاصابة وتوضح تجمع السينوبلازم فىالخلايا عند نهاية جسم النيماتودا (a) ووجود تقرحات شديدة حول جسم النيماتودا (b). B- قطاع عرض فى جذر مصاب بعد 18 يوم من الاصابة توضح التقرحات الشديدة وازدياد سمك جدر الخلايا المصابة وانكماش سيتوبلازم الخلية. C- قطاع طولى فى جذر مصاب بعد 45 يوم من الاصابة توضح العديد من النيماتودا والبيض والخلايا خالية من السيتوبلازم. D- قطاع طولى يبين بقايا واجزاء من النيماتودا المتطفلة ووجود فجوات واسعة فى خلايا القشرة.

شكل (73)

وتنمو هذه الأنواع فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. وتعتبر الولايات المتحدة من أكبر المنتجين للأنواع العديدة من الموالح (28% من البرتقال العالمى – 75% من الجريب فروت – 29% من الليمون) وبالأخص ولاية فلوريدا التى تنتج حوالى 76% من الإنتاج الأمريكى.

ويعزى اكتشاف نيماتودا الموالح كمسبب للتدهور البطئ فيها إلى Neal سنة 1889 وتصيب هذه النيماتودا الموالح فى بساتين الموالح الدائمة وكذلك فى المشاتل التجارية والتى تؤدى الإصابة فيها إلى انتشار هذه الآفة فى كثير بل أغلب مزارع الموالح Citrus rootstocks.

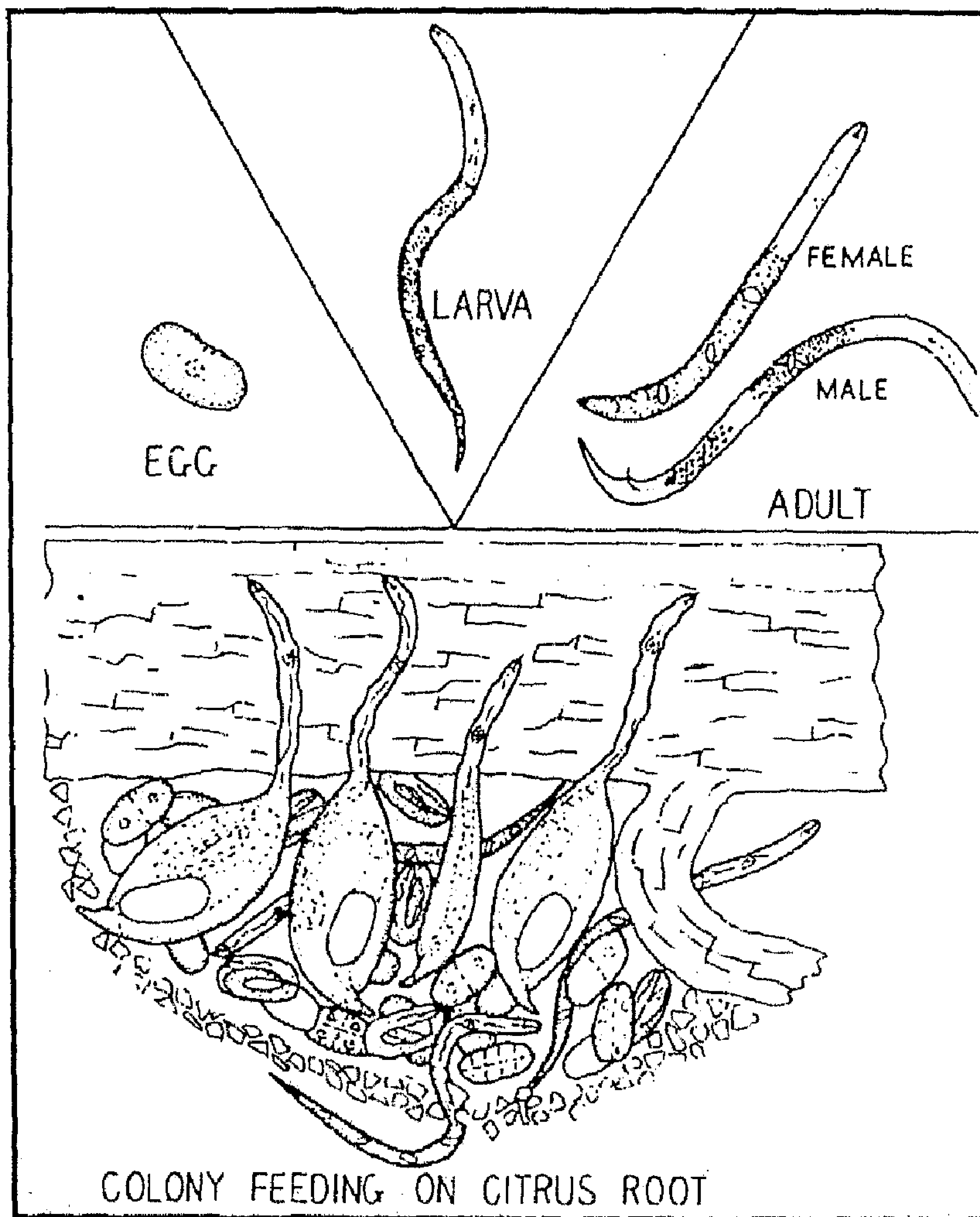
وتعتبر هذه الآفة من الآفات الغير ملحوظة بسبب عدم وجود أعراض واضحة للإصابة على الجذور سواء فى الأشجار أو الشتلات المسئولة عن توزيعها وانتشارها عالمياً.

تسمى نيماتودا التدهور البطئ فى الموالح حيث تسبب تدهوراً شديداً لأشجار الموالح فى فترة تمتد حتى عشرون عاما تصيب معظم زراعات الموالح والعنب والزيتون على مستوى العالم. وكذلك تصاب بها زراعات الموز مسببة له تدهور شديداً يصل إلى 60%.

الأطوار اليرقية الثانية والثالثة تتغذى كمتطفلات خارجية أما الإناث الغير بالغة والبالغة تتغذى تغذية ساكنة نصف داخلية التطفل.

الطور المعدى الإناث الغير بالغة Immature females حيث تتغذى على طبقة القشرة من الجذور. النصف الأمامى من جسم النيماتودا المخترقة تتغذى داخليا ويبقى النصف الآخر متدلياً خارج الجسم (الجزء الخلفى). يلزم لتغذية هذه النيماتودا أحداث تحور فى الخلايا المحيطة بمنطقة الفم وتصبح خلايا مغذية Nurse cells التى تعتبر مصدراً للغذاء اللازم لتطور النيماتودا وهذه الخلايا تظهر فى منطقة القشرة وتتميز بالسيتوبلازم الكثيف والأنوية المتضخمة. يوضح البيض فى كتل جيلاتينية تفرز من الفتحة الأخراجية Excretory pore بعكس الكتلة الجيلاتينية فى جنس *Meloidogyne* تفرز من المهبل Vulva. تأخذ دورة الحياة من 7–14 أسبوع

وتسبب هذه النيماتودا أصفرار الأوراق وسقوطها من أعلى الأفرع الطرفية وقلة حجم الأشجار مع إنتاج ثمار صغيرة الحجم وجفاف الأفـرع وتصـبح الجـذور المصـابة بالنيماتودا قذرة الشكل نتيجة التصاق حبيبات التربة بالنيماتودا وكتل البـيض ويمكـن مشاهدة الإناث البالغة المتغذية مع كتل البيض وهى تغطى الجذور مما يؤدى إلى فشلها فى عملية الامتصاص للمياه والمواد الغذائية من التربة فتظهر على أشجار أعـراض نقص العناصر شكل (74).



أطوار حياة نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* يرقات إناث تتغذى على الخلايا السطحية - إناث غير بالغة تتغذى على منطقة القشرة.

شكل (74)

- الأهمية الاقتصادية Economic Importance:

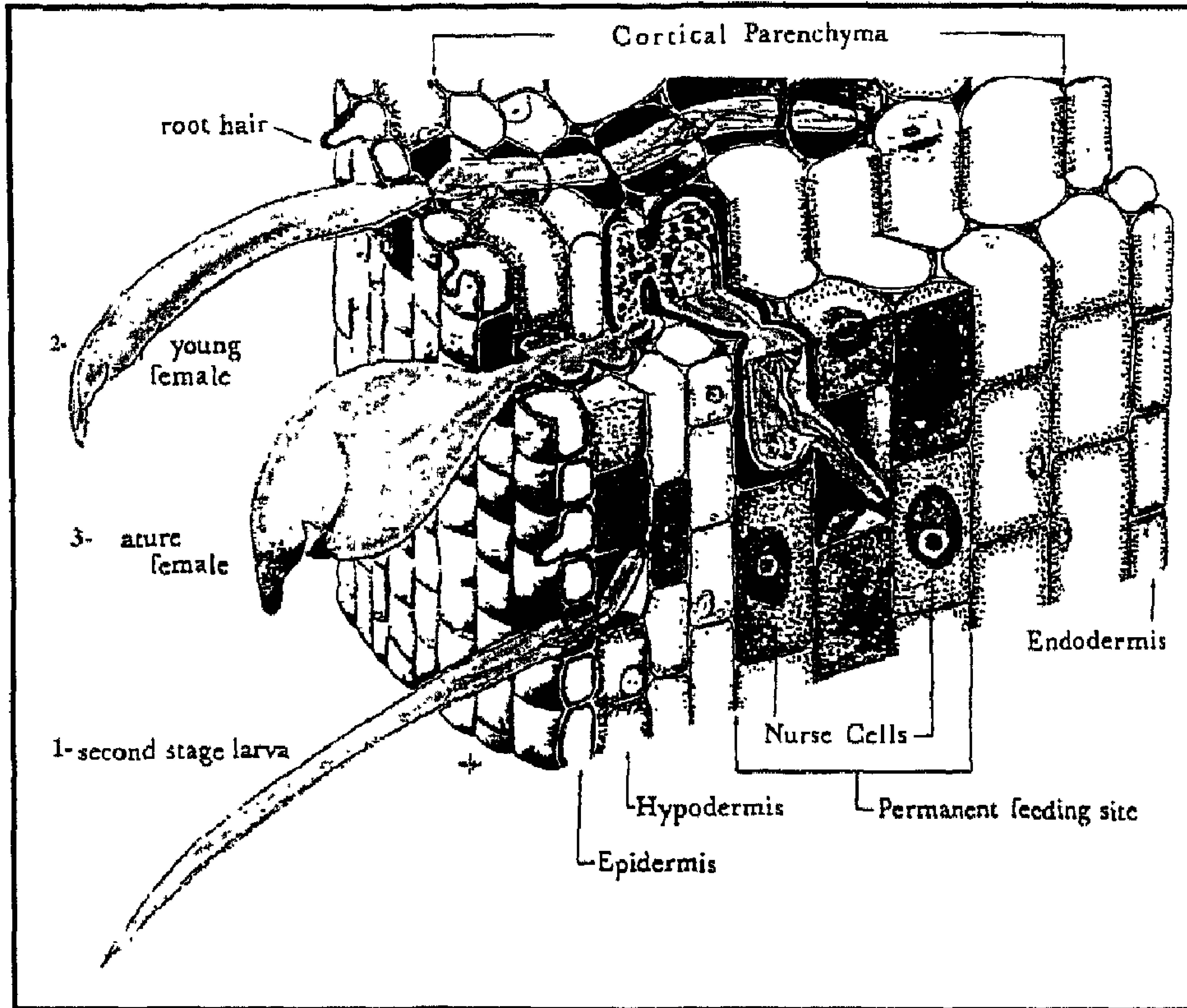
نتيجة للدراسات التي عملت علي كثير من بساتين الموالح وخصوصاً دراسات الحصر Surveys أظهرت النتائج أن حوالي 50-100% من بساتين الموالح مصابة وملوثة بنيماتودا الموالح التي لا تقتل الأشجار في وقت سريع ومبكر ولكن يحدث التدهور البطئ على مدى عدد من السنين يتوقف على النوع النباتي- التربة – التلوث ونسبته في التربة – التغذية والتسميد النباتي- حالة التربة والتهوية وحالة الصرف المائي كل ذلك يؤدى في النهاية إلي أن تصبح الأشجار غير منتجة اقتصادياً حيث يتأثر النمو الشجرى بحوالي 10-60% والنمو الثمرى من 30-50% ويؤدى العلاج والمكافحة في أشجار الموالح إلي زيادة في المحصول الثمرى ما بين 10-300%.

- دورة حياة نيماتودا الموالح Life cycle:

تتكون دورة حياة نيماتودا الموالح من عدة مراحل وتبلغ دورة الحياة من طور البيضة Egg إلى البيضة من 4-8 أسابيع تتوقف على درجة الحرارة. يخرج من البيضة الطور اليرقى الثاني لفترة 12-14 يوم. والذكور تتسلخ 4 مرات وتحدث بعض التغييرات فيه في الطول والعرض في فترة 7-10 يوم ثم يصبح أكثر نحافة من الطور اليرقى الثاني والذكر عموماً لا يتغذى ولا يخترق الجذور النباتية.

أما اليرقات في الطور اليرقى الثاني 2^{nd} st.juveniles والتي تتحول إلي إناث Female فأيضاً تتسلخ 4 انسلاخات خلال التغذية علي الجذور (خلايا القشرة Cortical cells) ثم تتطور وتنضج جنسياً. وعموماً فإن ربع الجزء الأمامي من جسم الأنثى يكون مطمورا بداخل أنسجة الجذر حيث لا تتعدى أنسجة القشرة (حوالي 4-5 خلايا في العمق) والخلايا المحيطة برأس النيماتودا والتي تتغذى عليها تسمى خلايا مغذية nurse cells وبعد تغذية النيماتودا يصبح جسم النيماتودا غير متحركا وثابتا Immobile ويتدلى باقي الجزء الخلفي من الجسم خارج أنسجة الجذر حيث يتضخم عند النضج الجنسي. وتفرز الأنثى مادة جيلاتينية Gelatinous matrix من الفتحة

الإخراجية التى يخرج منها البيض والذى يتكون فى شكل كتلة حـول جسـم الأنثـى. والتكاثر هنا بكريا بدون الحاجة إلى وجود ذكر. وتدل طبيعة التطفل على أنها نصـف داخلية التطفل Semi endo parasites (شكل 75).



رسم توضيحى يبين تطفل الأطوار المختلفة لنيماتودا الموالح على جذور موالح، ويبين الرسم أماكن التطفل فى أنسجة الجذور واستجابة الجذور والأنسجة والخلايا للتطفل النيماتودى.
وهناك ثلاثة أطوار للتطفل النيماتودى.
1- تغذية اليرقات. 2- الاختراق إلى طبقة القشرة الداخلية بالإناث الصغيرة.
3- استقرار الإناث فى أماكن تغذية ثابتة(الخلايا المغذية) ووضع البيض.
شكل رقم (75)

- الأعراض المرضية المصاحبة لهذا المرض Symptoms:

أولاً: على الجذور Roots:

فى حالة نيماتودا الموالح فإنها لا تسبب تكوين عقد نيماتودية Galls على الجذور ولكن نظراً لوجود أكياس البيض المحاطة بالمادة الجيلاتينية فإن حبيبات التربة تلتصق

بها وتعطى شكلاً رديئاً للجذور التى تصبح أكثر حجماً من الجذور السليمة ويصبح الملمس خشنا بدلاً من النعومة فى حالة عدم الإصابة.

ونتيجة للإصابة بهذه النيماتودا فإن مناطق الإصابة فى الجذور تفتح الطريق إلى كثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة Secondary micro organisms وتسبب وجود تقرحات غامقة فى القشرة Necrotic lesions (شكل 76، 77، 78) ونتيجة للإصابة الشديدة تصبح القشرة متحللة ومتعفنة سرعان ما تنفصل Slough off وتترك الأسطوانة الوعائية التى سرعان ما تموت ويموت هذا الجزء من الجذر. ونتيجة لهذه الإصابة تموت الكثير من الجذور فى خلال عام إلى أعوام مسبباً الموت البطئ للأشجار.

ثانياً: فوق الأرض والتربة الزراعية Above ground:

لايؤدى وجود تعداد عال من النيماتودا فى التربة High nematode population إلى ظهور أعراض فوق سطح الأرض ولكن هذه الأعراض تظهر بعد عدة سنوات من التعداد العالى للنيماتودا فى التربة بصورة متعاقبة وبدون الاهتمام بالعلاج والمكافحة. وهذه الأعراض عندما تظهر تتكون من أصفرار الأوراق Yellowing leaves وتفرعات نهايات الفروع وكذلك أعراض سوء التغذية malnutrition مثل Sparse foliage وصغر وعدم تجانس الثمار. وتظهر هذه الأعراض واضحة فى الأجزاء العلوية من الأشجار والأشجار المصابة تحمل كثير من أوراق الشجر أكثر من السليمة وتظهر هذه الأعراض بصورة مختلفة من شجرة إلى شجرة حتى فى داخل المساحة الواحدة (شكل 79، 80).

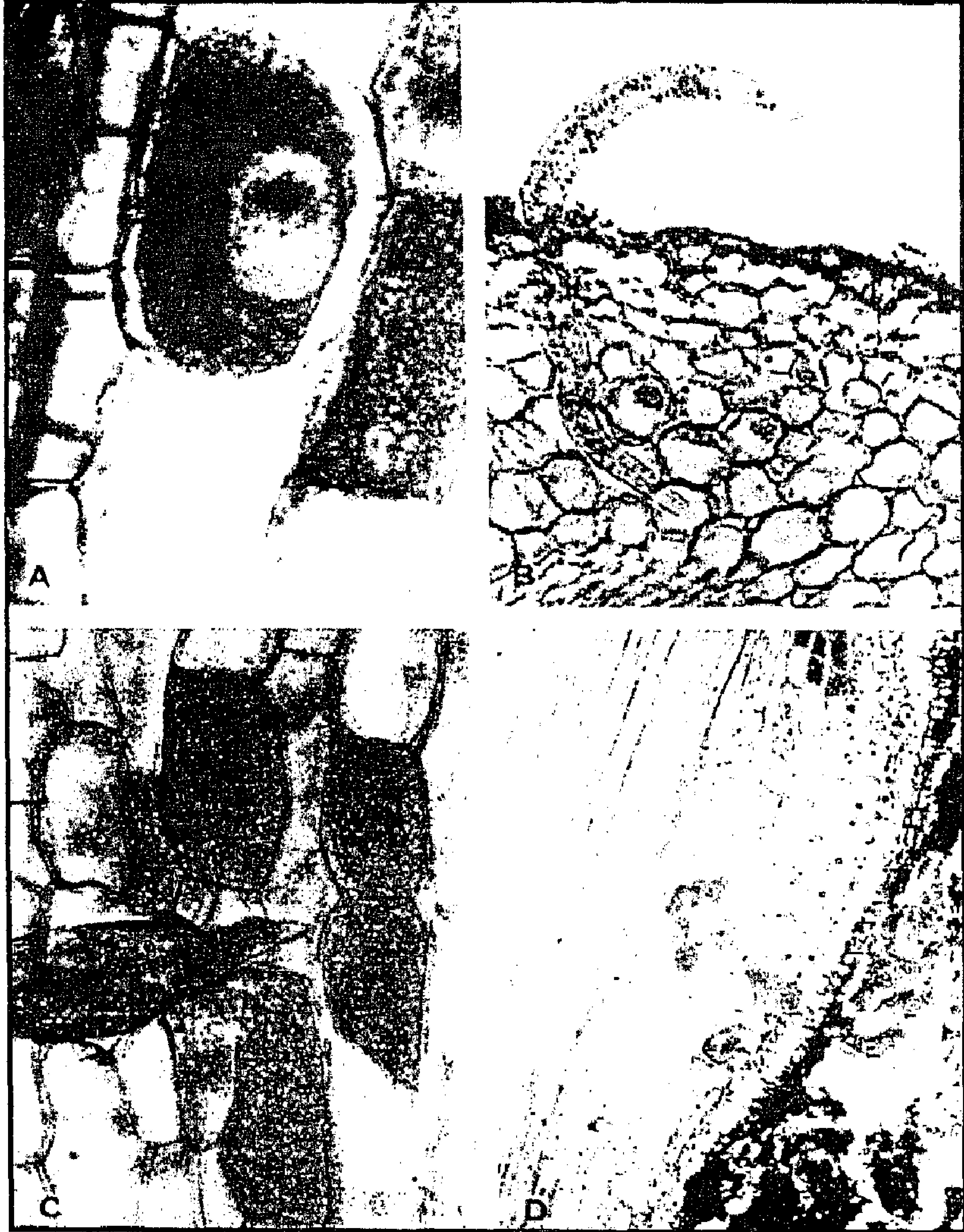
- تطور المرض Progress of diseases:

تأثير نيماتودا الموالح على الموالح يظهر فى نقطتين هامتين:

1- فى حالة زراعة شتلات مصابة فى أرض خالية من التلوث النيماتودى وفيه تنمو الأشجار بصورة مرضية لعدة سنوات بينما النيماتودا على الجذر تزداد من سنة لأخرى حتى يبدأ التأثير السئ على إنتاج الأشجار من حيث الكم والكيف ويأخذ ذلك حوالى 12-15عام.

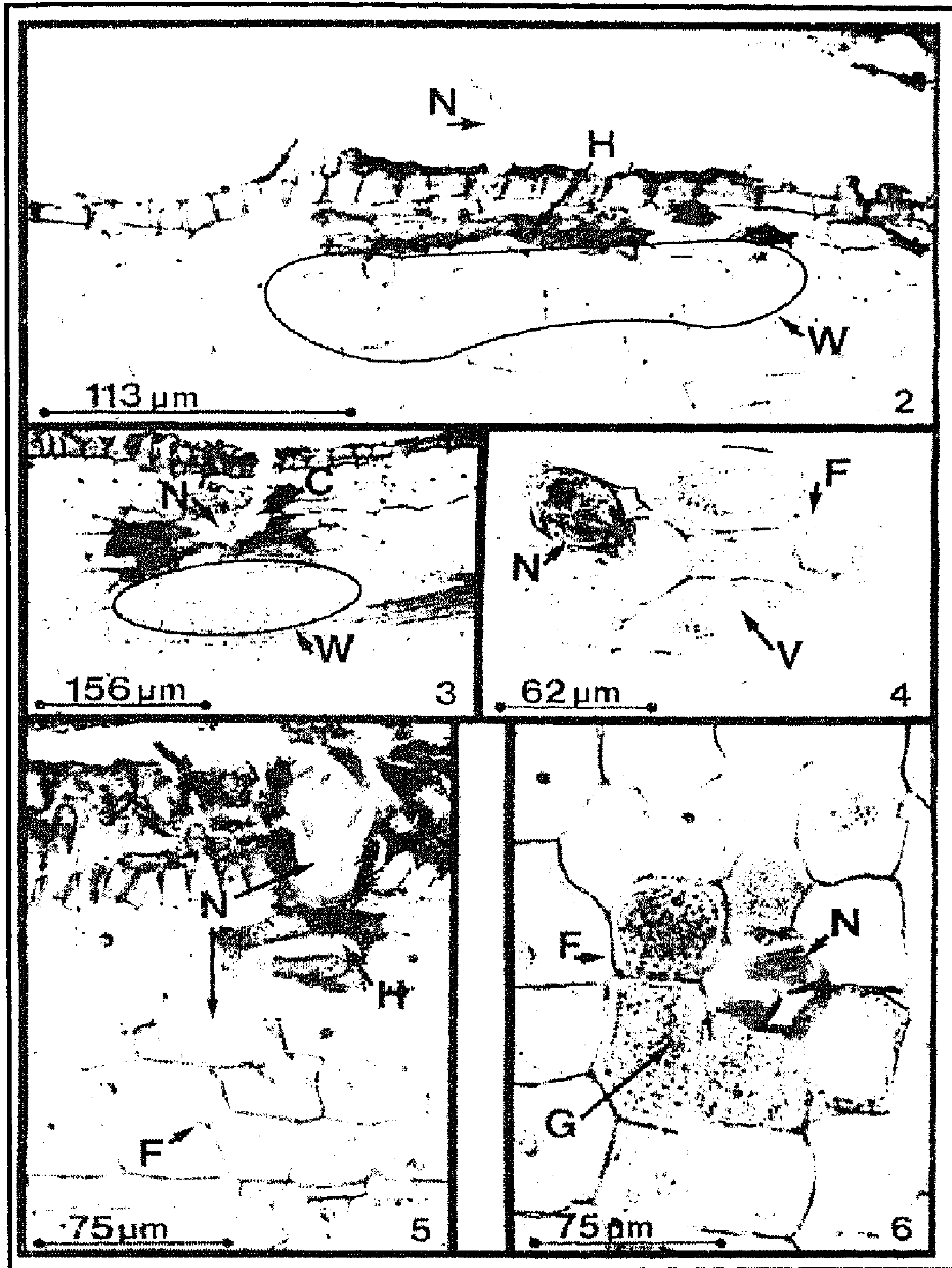
2- فى حالة زراعة شتلات سليمة فى تربة ملوثة تظهر الأعراض سريعاً ومبكراً فى فترة حوالى 5 سنوات.

وعموماً فإن الأعراض المرضية تظهر مبكرة وسريعة فى حالة مـا إذا ازدادت النيماتودا فى التربة بصورة كبيرة مما يؤدى إلى زيادة نسبة الأطوار المتغذيـة علـى مساحة محددة من الجذر.



A–خلايا بارنشيما القشرة ويبدو السيتوبلازم مصبوغ بلون داكن مع تضخم النواة والنوية.
B–يرقة متغذية والجزء الامامى داخل انسجة القشرة.
C–الجزء الامامى للنيماتودا محاط بالخلايا المغذية.
D–انثى نيماتودا الموالح والطرف الامامى داخل الانسجة والجزء الخلفى خارج الجذر متدليا.

شكل رقم (76)



استجابة خلايا الجذور للإصابة بنيماتودا الموالح

2-استجابة حساسية عالية فى منطقة الهيبودرمس والقشرة الخارجية مصبوغة بصبغة الصفرانين (H هيبودرمس N:نيماتودا) W- بريدرم مرضى وإصابى.

3- تكوين تجاويف داخل القشرة = C.

4- فجوات كبيرة لها جدار مميزة داخل سيتوبلازم الخلايا المغذية.

5- نيماتودا محاطة بخلايا مغذية.

6- تكبير لنيماتودا محاطة بخلايا مغذية ذات سيتوبلازم كثيف.

C = فجوة F = مكان تغذية V = فجوة G- سيتوبلازم كثيف .

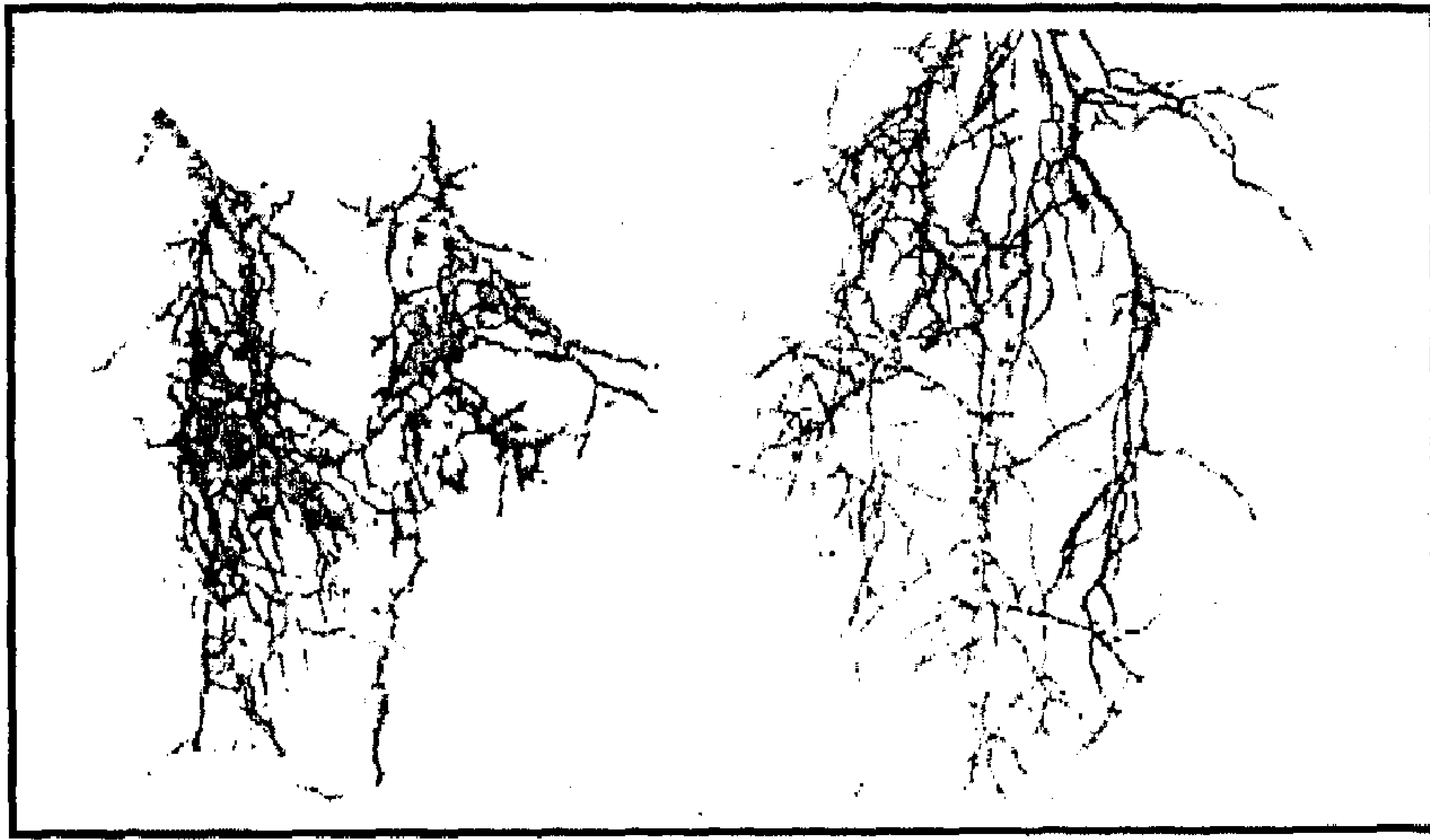
شكل رقم (77)



صورة بالميكروسكوب الالكترونى للنهاية الخلفية للاناث البالغة لنيماتودا الموالح
والأطوار اليرقية المتغذية على جذور أشجار الموالح.
شكل رقم (78)



يسار: أشجار موالح فى المراحل الأخيرة من التدهور نتيجة زراعتها فى أراضى ملوثــة بنيمــاتودا الموالح.
يمين: أشجار موالح سليمة خالية من الإصابة لاحظ النمو الجيد لها.



يسار: جذور موالح مصابة بنيماتودا الموالح. يلاحظ وجود حبيبات طينية ومخلفات نباتية ملتصقة بالجذور وبالكتل الجيلاتينية المحتوية على بيض النيماتودا.
يمين: جذور أشجار موالح تمت معالجتها بأحدى طرق المكافحة.

شكل رقم (79)



صورة توضح التدهور الحادث فى نمو اشجار الموالح بعد زراعتها فى اراضى ملوثة بالنيماتودا
يمين: أشجار لم تعالج ضد النيماتودا.
يسار: أشجار عوجلت تربتها بمدخنات التربة.



موت الأفرع الطرفية فى اشجار الموالح نتيجة الاصابة بنيماتودا الموالح: تساقط الاوراق عنها.

شكل رقم (80)

فى المراحل الأولى للتلوث تكون الجذور قوية وتتحمل الإصابة النيماتودية حتى فى حالة زيادة أعداد النيماتودا ولكن فى حالة شدة الإصابة والتلوث فى التربة يكون الجذر فى حالة ضعيفة تجعله لا يستطيع تحمل الاعداد الكبيرة من النيماتودا المتغذية.

وفى حالة ما إذا كانت الإصابة قليلة فإن جذور جديدة تنمو لتعوض النقص الحادث فى الجذر نتيجة الإصابة. فى حالة مصاحبة بعض الكائنات الدقيقة الأخرى فى التربة مع النيماتودا فإن الفرصة تكون سانحة لظهر الأمراض المركبة Disease complex مثل *Fusaruim solani*.

تأثير الظروف البيئية المحيطة على النيماتودا ونسبة الإصابة والتطور المرضى والبقاء:

Environmental Effects on Nematode infection, Development, and Survival.

1- تأثير الرطوبة والحرارة Effect of Moisture and Temperature:

درجة الرطوبة فى التربة ودرجة الحرارة المثلى لنمو أشجار الموالح هى نفسها المثلى لنمو وتطور النيماتودا وتكاثرها. وبعض التأثير لهذه العوامل يكون أما مباشراً أو غير مباشراً ومن الملاحظ فإن الجفاف والتعرض المباشر لأشعة الشمس يؤدى إلى قتل أعداد كبيرة من النيماتودا ومن الملاحظ أيضاً أن البيض والطور اليرقى الثانى فى بقايا الجذور النباتية Root debris يمكن أن تتحمل درجة حرارة حتى 45°م لعدة ساعات.

وكلما ازدادت نسبة الرطوبة فى التربة كلما قلت نسبة الأوكسجين بها مما يؤدى تأثيراً عكسياً على تطور وتكاثر النيماتودا وبالتالى يتوقع وجود نسبة عالية من النيماتودا فى التربة الجافة عن التربة الرطبة.

وتبلغ درجة الحرارة الملائمة لتغذية وتطور النيماتودا مابين 25–30°م وأقل من ذلك وأعلى غير مناسبة. وارتفاع درجة حرارة التربة فى الصيف يؤثر تأثيراً سيئاً

على النيماتودا للأشجار الصغيرة النمو. ومن الظواهر الهامة فى مزارع المــوالح التى تزال فيها الأشجار المصابة يتضح أن النيماتودا تعيش إلى 10 سنوات بــدون هذه الأشجار إذ أن هذه الجذور تعيش لفترة طويلة فى أعماق التربــة المنزرعــة منها الأشجار.

2- تأثير التربة على مستوى الإصابة وتكاثر النيماتودا :

Influence of soil on nematode infection and Reproduction :

أظهرت النتائج أن نيماتودا الموالح يمكنها الحياة فى ظروف تربة عديدة ومختلفة. ويلاحظ أن التربة الرملية الخشنة لا تلائم نمو نيماتودا الموالح وفى بعض الأحيان فى التربة التى تصل فيها نسبة الطين إلى 50%. وبالتالى فإن زراعة أشجار الموالح فــى تربة رملية يؤدى إلى تكون مجموعة جذرى قوى قبل أن تنمو النيماتودا بنسبة عاليــة تؤثر على الأشجار. كذلك فإن وجود نسبة من المادة العضوية حتــى 9% مــن وزن التربة تؤدى إلى زيادة أعداد النيماتودا والتى تؤدى إلى ظهور إصابات مبكرة.

أما بالنسبة لتأثير نوع التربة على انتقال النيماتودا فى التربة فإن لذلك تأثير بسيط فقط ومحدود وتبلغ نسبة حركة النيماتودا فى التربة (53 سم فى 2 عام) وعموماً فــإن التلوث النيماتودى الناشئ عن حركة النيماتودا نادر غالباً ولكن فقط فى حالة حــدوث تداخل بين جذور الأشجار النيماتودا عن طريق ماء الصرف وماء الرى.

أما من حيث علاقة حموضة التربة pH فإن أنسب درجة حموضة لبقاء وتكــاثر النيماتودا هو 6-7.5.

ومن الملاحظ أن التأثير الهام لنيماتودا الموالح ليس فقط على الأشجار ولكن على خلايا أنسجة الجذر، حيث تؤثر على وتغير من نفاذية الخلايا وتؤدى إلى أن الخلايــا تسمح بوجود تركيزات عالية من العناصر الغذائية أو أقل تركيز جداً.

3- الاختلافات الموسمية Seasonal Variation:

الظروف البيئية تؤثر على المناخ - التربة - الغذاء المتاح - التــنفس وبالتــالى تؤثر على أنشطة النيماتودا.

وعموماً فإن أعلى نسبة لتعداد النيماتودا فى التربة يكون مصاحباً لفتـرة زيـادة المجموع الجذرى فى إبريل – مايو، نوفمبر – ديسمبر وذلك لأن النيماتودا تتغذى على أنسجة القشرة للجذور الابتدائية.

– التمييز بين العوائل والسلالات النيماتودية Host – Differentiation and Biotypes

هناك الكثير من العوائل تصاب بشدة بهذه الآفة النيماتودية ابتـداء مـن جميـع أشجار الموالح إلى العنب – الزيتون وهناك البعض من الموالح مقاومـة لهـا مثـل Trifoliate orange.

وعموماً فإن رد فعل أنسجة جذور النباتات للإصابة تتلخص فى ثلاثة أحوال :

1- شدة حساسية الخلايا للإصابة Hypersensitive reaction.

2- تكوين نسيج فى القشرة المصابة Wound periderm.

3- وجود عامل سام فى عصير الخلايا.

ونتيجة لكثير من البحوث فى مجال نيماتودا الموالح اتضح وجود سلالات مختلفة من النيماتودا Biotypes ونتيجة لهذه الدراسات أتضح وجود **أربع سلالات هم:**

Poncirus, Citurs, Mediterranean and Grass.

- بعض الملاحظات على نيماتودا الموالح :

1- تلوث أشجار الموالح بنيماتودا التدهور البطئ ليس فقط عـن طريـق الشـتلات المصابة ولكن أيضاً عن طريق مياه الرى التى يمكن أن تحتوى على أعداد كبيرة من يرقات نيماتودا الموالح. وتعتبر ميـاه القنـوات والتـرع الملوثـة بيرقـات هذه النيماتودا من مصادر التلوث النيماتودى لبساتين الموالح.

2- الطور المعدى infective stage هنا هو الطور الأنثوى اليرقى الثانى الذى ينسلخ ثلاث مرات بدون تغذية ليعطى ذكر وهو عديم القيمة من حيث أنه لا يتطفل على جذور الموالح ويسمى Second- Stage male larva أما الأنثى فيسمى فيهـا – Second stage female larva وهو الطور المعدى.

3- يتم اختراق الإناث فى منطقة الجذور الحديثة ذات عمر 5 أسابيع على بعد 10سم من طرف الجذر حيث تتغذى على طبقات Hypodermis, epidermis, cortex

4- نتيجة التغذية تصبح الخلايا القريبة لرأس النيماتودا ذات سيتوبلازم كثيف وتتضخم الأنوية والنويات ولا تتكون عقد جذرية أو تورمات على الجذور (خلايا مغذية nurse cells).

- إنتاج الشتلات الخالية من الإصابة فى المشاتل :

لاشك أن إنتاج الشتلات الخالية من الإصابة يعتبر حجر الزاوية فى إنشاء بساتين موالح مثمرة جيداً ويعتبر مبيد الميثيل بروميد Methyl bromide المبيد المفضل فى المشاتل وذلك لتأثيره الشديد على اليرقات الحرة فى التربة وكذلك تأثيره المفيد فى مكافحة الحشائش ومرض الـ Phytophthora وبعض الأمراض الفطرية الأخرى ولكن يعاب عليه تأثيره الضار على بكتيريا الأزوت. ويمكن تحسين وتلافى هذا الضرر عن طريق الرى.

ومن نتائج الأبحاث التى أجريت على هذه النقطة أن استخدام الميثيل بروميد يؤدى إلى قلة استخلاص Uptake واستخدام Ca كالسيوم، P فوسفور، Mg منجنيز، Fe الحديد، Mn مغنيسيوم وزيادة فى استخلاص وامتصاص N النيتروجين والبوتاسيوم K وذلك بالنسبة لليمون المخرفش rough lemon (شتلات).

كذلك فإن عملية تعقيم التربة بالمدخنات Fumigants تؤدى على القضاء على الفطريات المفيدة Endomycorrhiza ومنها *Endogone mosseae* مما يؤدى إلى إنتاج شتلات غير سليمة مما يوضح وجود العلاقة المتبادلة المنفعة بين هذه الفطريات والموالح.

- مشكلة إعادة الشتل فى بساتين الموالح The replant problem:

عندما يتقدم العمر بأشجار الموالح فى مزرعة مصابة بنيماتودا المالح وتظهر جيداً علامات التدهور البطئ يصبح لزاما على المزارعين أن يزيلوا هذه الأشجار

لزراعة شتلات بدلاً منها فى نفس المزرعة إذا لم تتوفر مناطق زراعية جديدة وعموماً فإن هناك بعض العوامل التى تؤدى إلى النمو الضعيف للشتلات المزروعة فى المزرعة الملوثة ومنها:

1- نيماتودا الموالح وانتشارها.

2- البكتيريا والفطر وبعض الكائنات الدقيقة الأخرى.

3- السموم التى تفرز من الجذور النباتية المتحللة والمتعفنة.

4- استنفاذ العناصر الغذائية من التربة.

5- تدهور التركيب البنائى للتربة.

- النيماتودا الكلوية :

The reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* :

وهى نيماتودا ذات طبيعة تطفل نصف داخلى Semi Endoparasitic nematode وتسمى بالنيماتودا الكلوية لأن شكل الأنثى المتغذية المتضخمة تأخذ شكل الكلية. وتنتشر هذه النيماتودا فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. وتتطفل على العديد من العوائل النباتية وتسبب خسائر اقتصادية ملموسة على محصول القطن واللوبيا وفول الصويا والطماطم. والطور المعدى هو الطور اليرقى الرابع (للإناث) الغير بالغة والتى تعيش فى التربة بحثاً عن العائل المناسب.

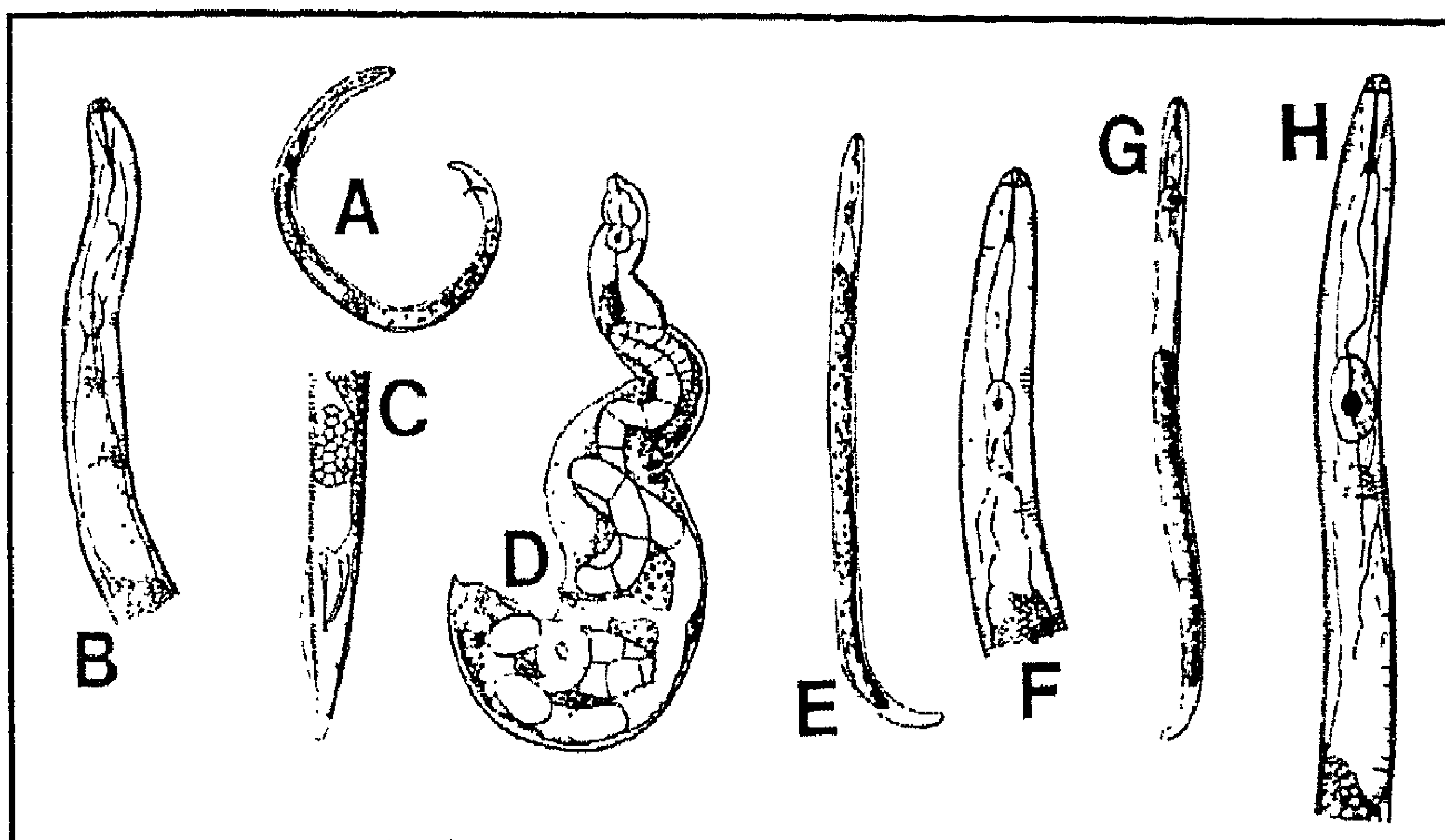
وتتطفل الإناث الغير متضخمة على منطقة القشرة والاندودرمس والبريسيكل فى الجذور وتسبب تضخم للخلايا وأنويتها فى المناطق المجاورة للطرف الأمامى للإناث مع وجود تقرحات نتيجة الإفرازات الكيميائية لها. تتطور الإناث الغير بالغة إلى إناث بالغة متضخمة وتأخذ شكل الكلية Swollen Kidney shaped adult female (شكل 81).

يوضح البيض فى كتل جيلاتينية خارج الجسم محيط بجسم الأنثى. تختلف فترة دورة الحياة باختلاف العائل من 17-23 يوم على القطن، 24-29 على الباميا وقد تقل فترة دورة الحياة كثيراً على بعض أصناف فول الصويا. وتهاجم بشدة أيضاً الأصناف المختلفة للطماطم.

وتعتبر هذه النيماتودا من أخطر النيماتودا على نباتات القطن وفول الصويا والطماطم مسببة لها التقزم والأصفرار وقلة المحصول وهى بدورها تفتح الطريق إلى مسببات أمراض أخرى فطرية وبكتيرية على العوائل المختلفة مسببة لها أمراضاً مركبة أو معقدة (شكل 82).



شكل لانثى بالغة متغذية واضعة بيض للنيماتودا الكلويه
شكل رقم (81)



Rotylenchulus reniformis النيماتودا الكلوية

A- ذكر النيماتودا.
B- ذكر النيماتودا – نهاية أمامية.
C- ذكر النيماتودا – نهاية خلفية.
D- أنثى النيماتودا – بالغة – بعد التغذية على جذور العائل).
E- يرقة صغيرة.
F- طرف امامى ليرقة صغيرة غير بالغة.
G- انثى (يرقية) (فى التربه – غير متغذية).
H- طرف امامى لانثى يرقية (فى التربة – غير متغذية).
شكل رقم (82)

- النيماتودا الكلوية على القطن :

Reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* linford & Olivera 1940:

تعتبر النيماتودا الكلوية من أخطر أنواع النيماتودا التى تصيب القطن، فول الصويا، الأناناس، البطاطا Sweet potatoes، اللوبيا وتصيب أيضاً أكثر من 160 عائلى نباتى. ولقد شوهدت النيماتودا متطفلة على الجذور أول مرة على نباتات اللوبيا *Vigna unguiculata* وذلك فى جزر هاواى Hawaiian Islands ويرجع اسم النيماتودا الكلوية إلى شكل الأنثى البالغة ذات الشكل الكلوى Kidney- shaped.

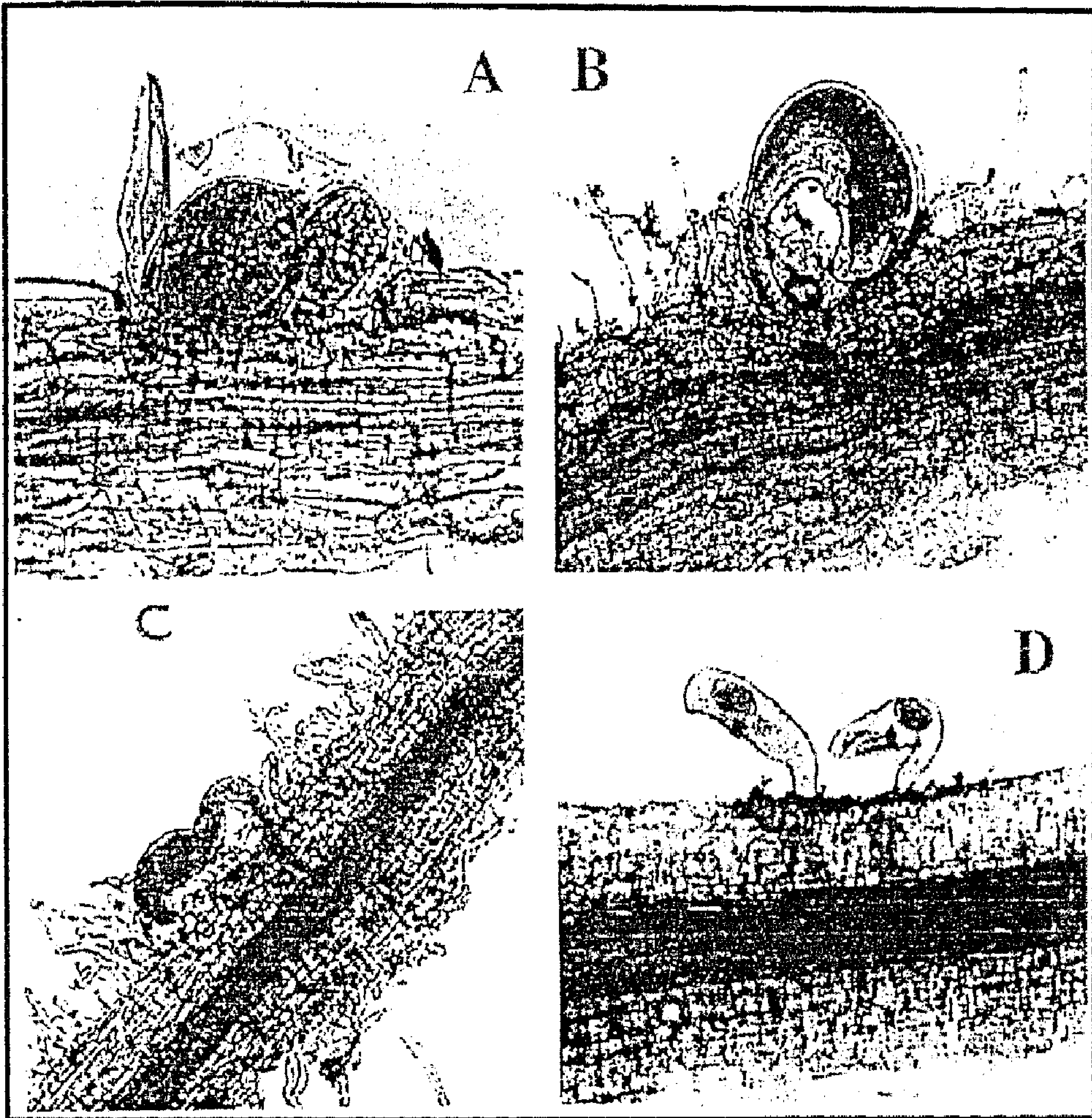
ولهذه النيماتودا أهمية اقتصادية بالغة حيث تنتشر فى أماكن كثيرة من العالم ولها العديد من العوائل النباتية الهامة مثل الموز – الكرنـــب – الكـــانتلوب – الكاســـافا – الموالح – جوز الهند – القطن – اللوبيا – البرسيم – الباذنجان – الجوافا – الخـــس – المانجو – البامبا – البسلة – الأناناس – القرع – الفجل – فول الصويا – البطاطـــا – الطماطم وهى عوائل تختلف فى درجة قابليتها للإصابة بينما العوائل التالية أظهـــرت مناعة ومقاومة للإصابة بهذه النيماتودا. الشعير البرى – الخردل – الشوفان – الفلفـــل – الفلفل الحلو – السبانخ – قصب السكر.

– أعراض الإصابة والضرر Symptoms and Damage:

تصاب الجذور فقـــط بالإنـــاث الصـــغيرة Young females والتـــي تســـمى Un-swollen female ولا تصاب الجذور باليرقات الغير بالغة ولا تتغذى – وتتطفل الإناث بدخول رأسها أولاً مسببة تقرحات بنية اللون فى الخلايـــا المجـــاورة للـــرأس وتتغذى على خلايا اللحاء Phloem بالرمح والتى تبدأ فى التضخم 4-6 مرات مـــن الحجم الطبيعى وتمتد إلى 10-12 خلية فى جميع الاتجاهات من منطقة التغذية. وهذه الخلايا المتضخمة لا تحتوى على أنوية عديدة not multinucleate وليست متضـخمة إلى حد الخلايا العملاقة المتسببة عن نيماتودا التعقد الجذرى (شكل 83).

وفى نباتات القطن التقرحات فى أنسجة الجذر تسبب تحلل وتعفن الأنسجة الـــذى يؤدى إلى تقزم النباتات Stunted plants. ويمكن لنبات قطن وأناناس واحد أن توجد عليه أكثر من 900 كيس بيض egg-masses (شكل 84).

وتسبب الإصابة بالنيماتودا الكلوية مدخلاً إلى الإصابة أيضاً بـــأمراض الـــذبول الفيوزارمى Fusarium wilt والذبول الفيوزاريومى يزداد فى نباتات القطن بزيـــادة تواجد النيماتودا الكلوية من 10% – 81.4%.



صورة توضح تطفل نوعين من النيماتودا المتطفلة على العوائل النباتية

A- *Sphaeronema* على جذور قصب السكر.
B- *R. reniformis* (أنثى) على جذور الطماطم.
C- *R. reniformis* تطفل على خلايا الابيدرمس لنبات الطماطم.
D- *R. reniformis* تطفل وتغذية على جذور نبات فول الصويا.
شكل رقم (83)



يسار: شتلات خس متقزمة نتيجة التغذية بالنيماتودا الكلوية مقارنة بشتلة سليمة.
يمين: إناث بالغة غير منتفخة ومنتفخة جزئياً مخترقة أنسجة الجذور.



صورة لجذور نبات الأناناس متعلق عليها مئات من إناث النيماتودا الكلوية وأكياس البيض ملتصق بها حبيبات التربة يلاحظ عدم وجود أماكن بدون تطفل على المجموع الجذرى.
شكل رقم (84)

- دورة الحياة Life cycle:

تحتاج دورة الحياة من البيضة إلى البيضة حوالى 17-29 يوم. بعد وضع الأنثى للبيض يحدث الانسلاخ الأول داخل البيض. وبعد الفقس تنسلخ اليرقات 3 مرات حتى تصبح أنثى أو ذكر بالغ Young adult female/ male. الأنثى الصغيرة تخترق الجذور بحوالى ثلث جسمها ثم تتطور فى الشكل بعد ذلك حيث ينتفخ الجسم وتضع البيض فى كتل تحتوى على 100 بيضة تقريباً (تسمى الكتلة matrix) وهذه الماتركس تفرز من قناة المهبل.

- الأهمية الاقتصادية للزراعة Importance to Agriculture:

تستطيع هذه النيماتودا أن تتأقلم على الظروف السيئة مثل وجود عوائل غير مناسبة وتصبح ذات تأثير شديد عليها بعد مضى 12 جيل. وتستطيع أن تعيش وتحيا 6-7 شهر فى الأرض والتربة الجافة.

تستطيع هذه النيماتودا أن تعيش وتصيب مدى عائلى واسع من الحشائش المنتشرة بكثير من الأراضى الزراعية وكثير من نباتات الزينة أيضاً مما يعطيها القدرة على الانتشار وتحمل الظروف السيئة.

ويعتبر القطن Cotton, *Gossypium hirsutum* من أهم المحاصيل التى تتعرض للإصابة بالنيماتودا الكلوية التى تسبب له أضرارا جسيمة منفردة أو متداخلة مع بقية مسببات الأمراض الأخرى كالفطريات وعلى رأسها أمراض الذبول الفيوزاريومى Fusarium wilt فيما يسمى بالأمراض المركبة أو المعقدة Disease complex.

الجذور المصابة بنيماتودا القطن الكلوية قد لا تظهر أعراض إصابة عليها ما عدا **وجود الإناث المتطفلة على الجذور مع أكياس البيض المحيطة بها** والتى تعتبر أهم **مظهر إصابة الجذور بالنيماتودا الكلوية.**

- **ملاحظات على تطفل نيماتودا القطن الكلوية على القطن:**

تتحطم خلايا القشرة Cortical parenchyma نتيجـــة اختـــراق رأس وعنـــق النيماتودا للخلايا حتى منطقة الأندودرس endodermis ومنطقة البريسيكل Pericycle واللحاء Phloem. البقع البنية التى تظهر فى الجهة المقابلة للتغذية تثبت إفراز مـــواد كيمياوية سامة للخلايا. كـــذلك فـــإن الإصـــابة بالنيمـــاتودا الكلويـــة *R.reniformis* ترتبط بانخفاض فى المحصول مقدراه 40-60% مع تأخير نضج المحصول وتقليـــل حجم اللوز ونسبة الـــ Lint وتسبب زيادة فى نسبة الإصابة بفطريـــات الـــذبول مـــن 10% - 81%.

- **نيماتودا التقزم The stunt nematodes, *Tylenchorhynchus spp.*:**

تنتشر تقريباً فى كل بلدان العالم ومداها العائلى واسع يتنوع ما بين الحشائش ومحاصيل الحقل ومحاصيل الخضر ونباتات الزينة. قدرتها المرضية ليست عالية وتحتاج إلى تعداد عال كى تحدث مشاكل اقتصادية (فوق 1000 نيماتودا/100جم تربة) بعض الأنواع ليست لها قدرة مرضية ولها العديد من الأنواع المنتشرة.

T. annulatus	*T.claytoni*	*T.robustus*
T.martini	*T.dubius*	
T.clarus	*T.maximus*	
T.vulgaris	*T.cylindricus*	

- **بيولوجـــــى:**

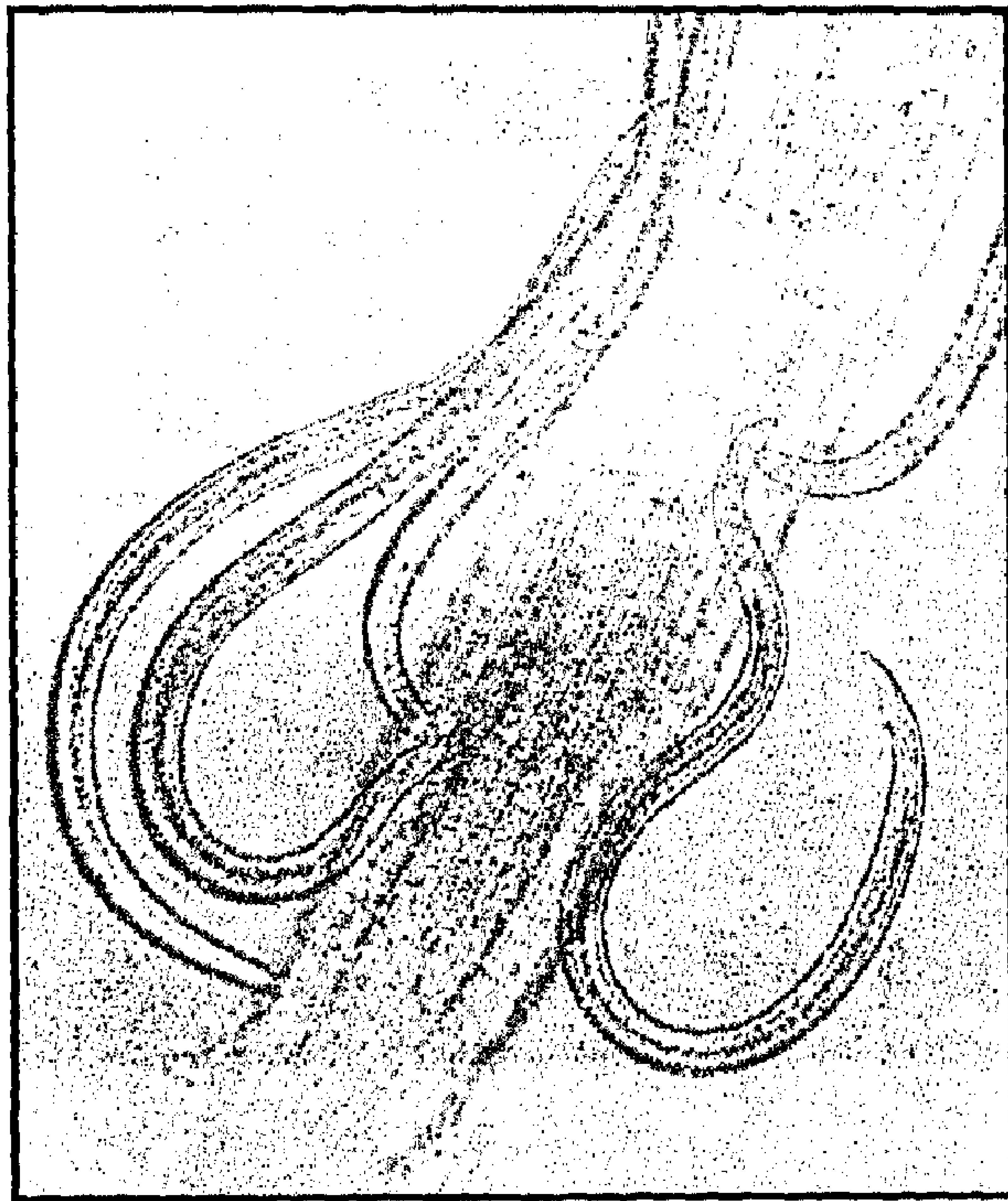
وهى ذات تطفل خارجى (شكل 85) وفى بعض الأحيان لها تطفل داخلى. جميع الأطوار اليرقية تستطيع أن تتطفل وتصيب النباتات أى أطوار معدية تتغذى على أطراف الجذور أو على جانبية وتستطيع إفراز مواد كيميائية تذيب جدر الخلايا وتتغذى لفترات قصيرة ينتج عن ذلك تقرحات نتجة التلف الميكانيكى. ويوضع البيض فى التربة وتأخذ دورة الحياة حوالى 31-38 يوم فى النوع T.claytoni وهذا النوع لا يسبب زيادة حدوث أمراض الفيوزاريوم وتؤثر النيماتودا نتيجة التطفل على عائل كالقطن بتدهور النمو ونقصه وتأخره مع وجود تقرحات على الجذور وتقزم كلى للنباتات وقلة فى المحصول النهائى.

- المدى العائلى للنوع **T.claytoni** واسع يتضمن العوائل التالية:

البطاطس – الذرة – القمح – الفول السودانى – (خصوصاً النباتات الصغيرة السن للذرة) يمكن لهذا النوع أن يعيش بدون تغذية لفترة 10 شهور على درجة الحرارة العادية وتسبب انخفاض نمو النبات وتوقف النمو وضعف واصفرار النبات.

النوع *T.martini = T.annulatus* يوجد على نباتات قصب السكر الأرز. يوجد فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية على المحاصيل السابقة. كذلك يوجد على البطاطا وفول الصويا ونباتات الزينة فى أمريكا ... وعلى البرسيم الأحمر. البطاطس فى فلوريدا. والقطن وقصب السكر فى نيجيريا. وعلى الباميا والفول السودانى. والأرز فى السنغال وبنجلاديش.

النوع *T.dubius = T.Cylindricus* وينتشر فى الأراضى الرملية. على عوائل عديدة منها: الجزر– البرسيم – الدخان – والحبوب والبقوليات والشعيرة والذرة واللوبيا وبنجر السكر والبسلة وعباد الشمس. والبطاطس. والفول.



أفراد من نيماتودا التقزم *T.dubius* متجمعة للتغذية فى منطقة الاستطالة لجذور Rye grass
شكل رقم (85)

جميع أطوار هذا النوع تتأثر بالجفاف سريعاً (19 أسبوع) ولكن الطور اليرقى الثالث والرابع يعيش أطول فى الجفاف بينما الطور اليرقى الثانى والذكور تتأثر بالجفاف سريعاً وتزداد بكثرة فى التربة الحمضية – يزداد الفقس للبيض عند pH.7 ويتوقف الفقس عند pH.3. نيماتودا التقزم بأنواعها المختلفة تعتبر مهاجرات خارجية التطفل تتغذى على المجموع الجذرى سطحياً وتخترق خلايا الابيدرمس للجذور والشعيرات الجذرية. وأحياناً تسلك سلوك النيماتودا الداخلية التطفل فى طبقات وخلايا القشرة. وتتجمع أعدادا كبيرة منها فى قمة الجذور تسبب تكسراً ميكانيكيا لخلايا الابيدرمس والقشرة والأنسجة الوعائية الغير متكشفة وتسب نقصاً واضحاً لنمو الجذور الرئيسية مما يسبب زيادة تكون الجذور الجانبية ونموها.

وتتواجد هذه النيماتودا مع بقية أجناس النيماتودا الأخرى ولها انتشار عال فى جميع أنواع التربة وعلى جميع أنواع المحاصيل وذلك لعدم تخصصها التطفلى كذلك تحمل المحاصيل المختلفة للإصابة بها.

– وفيما يلى أهم أنواعها وعوائلها :

النوع	العائل	ملاحظات
T.agri	الذرة	
T.acutus	قصب السكر	
T.clarus	الذرة فول الصويا	مسبب مرضى خفيف وضعيف
T.claytoni	الدخان	مسبب مرضى ضعيف
	فول الصويا	مسبب مرضى ضعيف
	النجيليات	مسبب مرضى ضعيف
T.cylindricus	القطن	مسبب مرضى ضعيف
T.Latus		
T.dubius	البسلة	مسبب مرضى قوى
	الفول البلدى	مسبب مرضى قوى
T.martini	الأرز	مسبب مرضى خفيف
	قصب السكر	
T.annulatus		
T.elegans		
T.indicus		
T.maximus	الذرة	مسبب مرضى ضعيف
T.nudus	الذرة	مسبب مرضى ضعيف
T.robustus		
T.vulgaris	الذرة	مسبب مرضى ضعيف

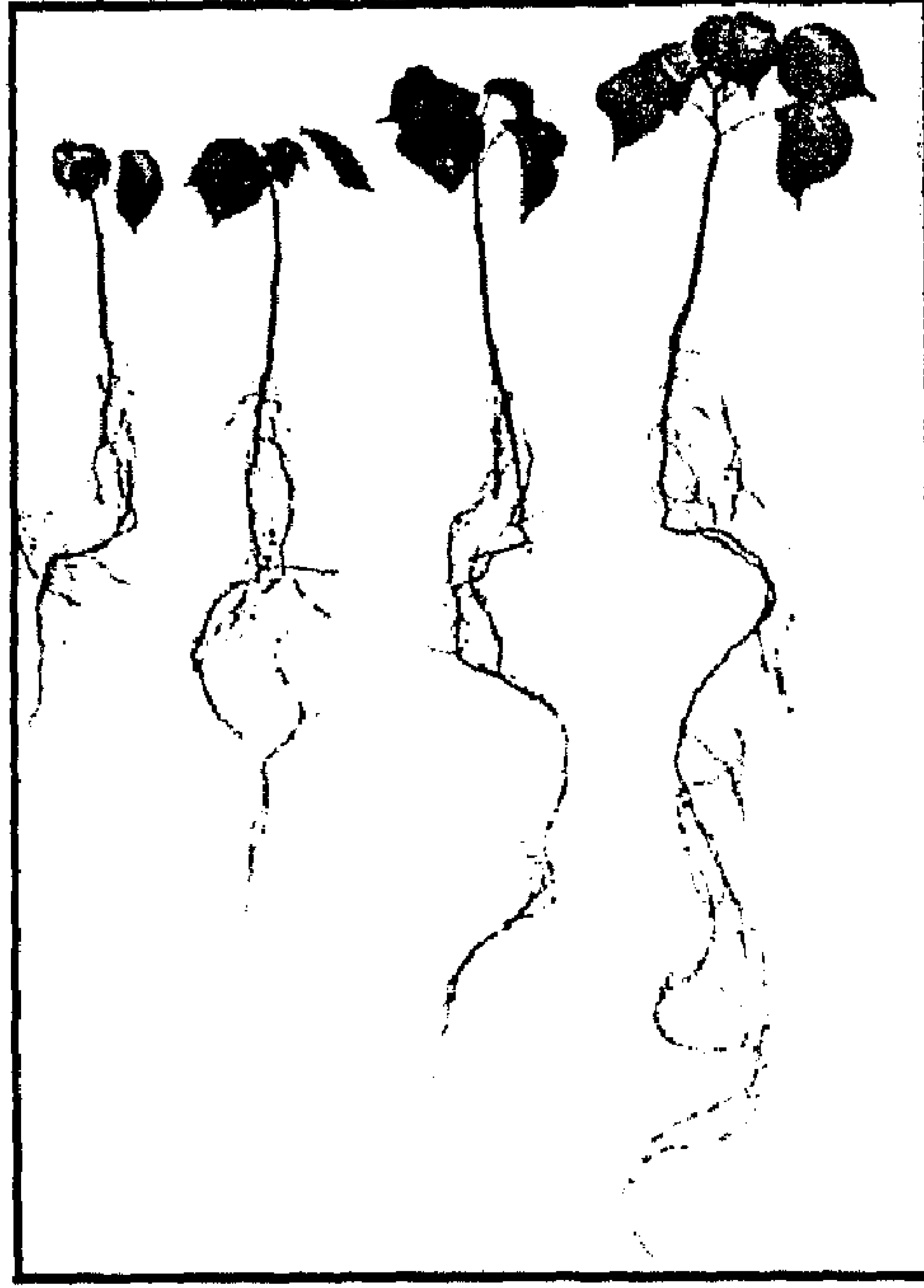
- النوع *T.martini* :

يتواجد بصورة واسعة فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية وتتواجد فى حقول قصب السكر والأرز فى هاواى. وعلى الحبوب وعلى البطاطس ونباتات الزينة وفول الصويا والبرسيم الأحمر وعلى القطن وقصب السكر فى نيجيريا وعلى الباميا والفول السودانى والأرز فى السنغال.

لا يوجد لأنواع التربة المختلفة أى تأثير على هذه النيماتودا وتكاثرهــا. محاليــل الأحماض الدهنيــة (مثــل butyric, formic, acetic, propionic) تكــون أكثــر فعالية كعامل غير منشط ضد هذه النيماتودا عندما تستخدم مجتمعة مع بعضها. تظهــر بها ظاهرة التجمع مع بضعها Swarming ويتأثر بالحالة الفسيولوجية للعائل وكــذلك طبيعة الكيوتيكل والأنواع.

قد تسبب هذه النيماتودا انخفاض ملحوظ على نمو شتلات الأرز ولكن لا تعتبــر مسبب مرض لها. وعند تجمع هذه النيماتودا بكتل كبيرة حول الجذور. تســبب منــع الامتصاص لكثير من العناصر الغذائية وتفرز أيضاً مواد سامة تغير من فســيولوجية البيئة المحيطة بالجذور.

أنواع مختلفة من نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* وجد أنها سببت تلفا بإصابة لنباتات القطن. ومن أهم الأنواع: *T.claytoni, T.cylindricus* التى تسبب انخفاضاً فى نمو المجموع الجذرى والخضرى كما أن النوع *T.latus* يسبب انخفاضاً شديدا فى المحصول لبعض الأصناف من جنس *G.barbadense* شكل (86).



أعراض الإصابة على نباتات القطن المصرى نتيجة الاصابة بنيماتودا التقزم *T.clarus*
اليمين: نبات سليم.
اليسار: نباتات مصابة بمستويات مختلفة من العدوى (2000 ، 4000 ، 8000 نيماتودا للنبات).



أعراض الإصابة بنيماتودا التقزم *T.claytoni* على شتلات الصنوبر.
يمين: شتلات سليمة. يسار: شتلات مصابة بدرجات مختلفة.
شكل رقم (86)

النيماتودا الخارجية التطفل، الناقلات للفيروس

Ectoparasitic nematodes, Virus vectors, *Dorylaimida:*

هناك ثلاثة أنواع من هذه النيماتودا الخارجية التطفل قادرة على نقل الفيروسات وهى : *Xiphinema spp., Longidorus spp.* and *Trichodorus spp.* .

وتوجد حبيبات الفيروس بامتداد جدار قناة المرئ للنيماتودا. وقدرة هذه الأنواع على نقل الفيروسات قد يرتبط بطبيعة المرئ ونوعه وتركيبه وتتميز بعدم وجود الحويصلة النهائية metacorpus والتى قد تسد أو تدمر حبيبات الفيروسات عن طريق تأثير الدفع Pumping action الناشئ من metacorpus وبذلك تختلف عن بقية أنواع لنيماتودا التابعة لـ Tylenchida التى تنقل الفيروسات وذلك لتركيب المرئ من ثلاثة أجزاء بينهما metacorups.

أولا: النيماتودا الخنجرية ***Xiphinema spp.*** **:**

ينتشر هذا الجنس على مستوى العالم World wide والبعض من أنواعه ترتبط بالمناطق الباردة مثل *X.americanum* والبعض الآخر ارتبط بالمناطق الدافئة مثل *X.index*.

– بيولوجـى:

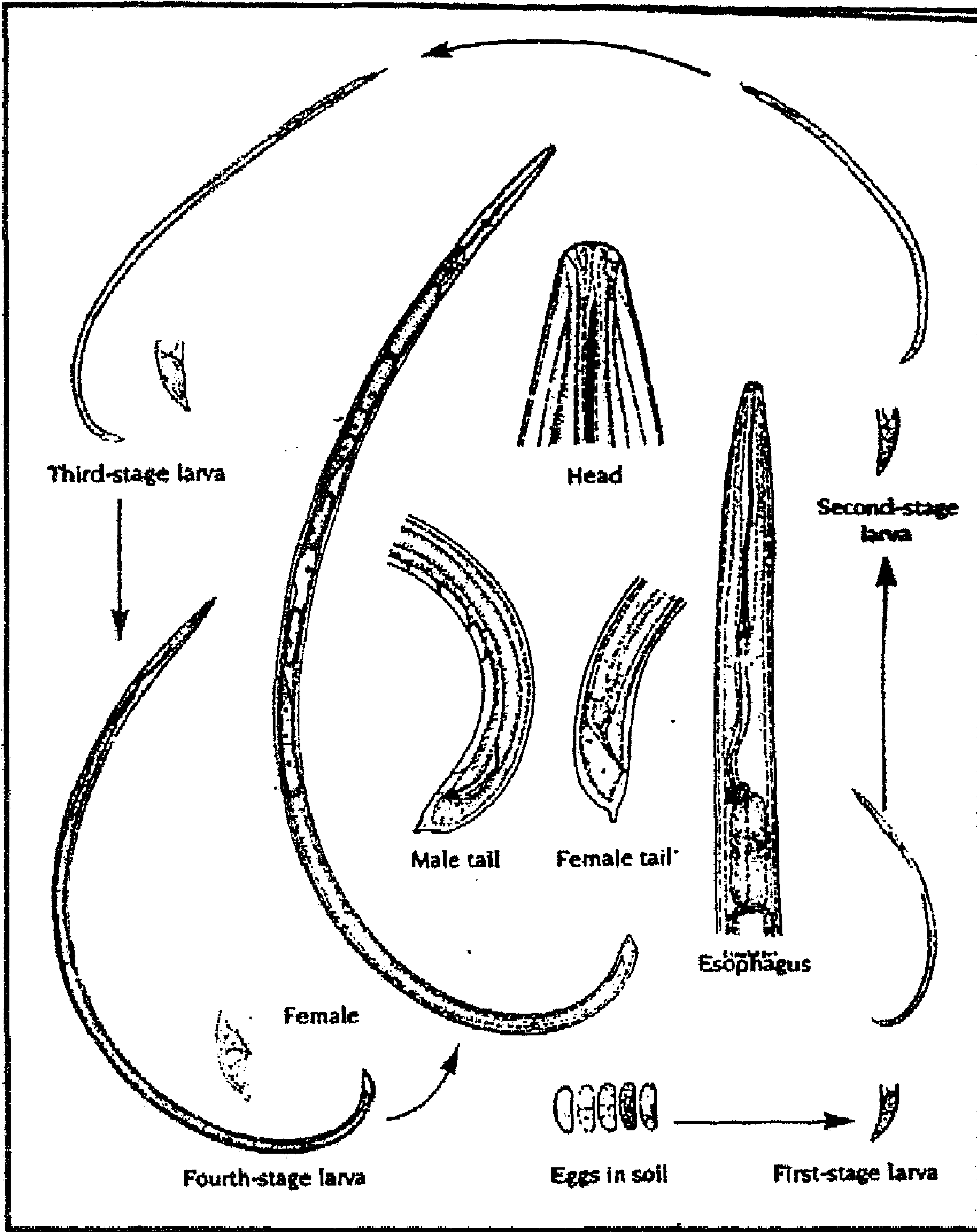
وتتميز هذه النيماتودا بتطفلها خارجياً على الجذور مسببة خسائر ملموسة وخصوصاً إذا كانت حاملة لحبيبات أمراض فيروسية وتنقلها إلى النباتات القابلة للإصابة بها حيث قد يؤدى ذلك إلى تدمير كامل للمحصول (شكل 87).

– من أهم أنواعها ***X.americanum*** **:**

يصيب الطماطم بأمراض فيروسية تسمى Tomato ring spot، الدخان Tobacco ring spot، الخوخ Peach rosette mosaic، التفاح Apple union necrosis، الخوخ Peach stem pitting، الفراولة Strawberry latent ring

spot، والنوع *X.index*، يصيب العنب بالمرض الفيروسى *Grape fan leaf*، والنوع *X.diversicaudatum* الذى يصيب التوت البرى بالمرض الفيروسى Rase berry ring spot.

والطور اليرقى المعدى هو جميع الأطوار اليرقية التى تتغذى على قمة وأطراف الجذر Root tips. وتقوم الأطوار اليرقية بالتغذية خارجياً على الجذر باستخدام رمحها الطويل وبعد اختراق الرمح لخلايا الجذور تقوم بإفراز إفرازات هاضمة من الغدد القاعدية للمرى Basal esophageal glands إلى تجويف المرئ (قناة المرئ) Lumen وخلال عملية التغذية يلاحظ انقباض البصلة المريئيية القاعدية ونتيجة التغذية لفترات طويلة تتكون مجموعات متغيرة من الخلايا (3-5 طبقات من phellogen) والتى يمكن أن تتضخم وتحيط بالجذر كله والتغذية قد تستمر من 10 دقائق إلى أيام عديدة (شكل 88).



دورة حياة وأطوار النيماتودا الخنجرية على النبات
شكل رقم (87)



صورة توضح تغذية النيماتودا الخنجرية *Xiphinema diversicaudatum* على خلايا قمة الجذر لنبات الفيكس Ficus carica ويوضح السهم قمة الرمح فى داخل الخلايا.
شكل رقم (88)

ونتيجة التغذية تحدث ردود أفعال وتغيرات جذرية مختلفة تختلف طبقاً لمكان التغذية، ونوع النيماتودا والطور المتغذى.

عند التغذية بالإناث البالغة على قمة الجذور وأطرافها يحدث تضاعف كبير Hyperplasia لعدد الخلايا وتتكون عقد أو أورام عند أطراف الجذور. وقد تتضخم بعض هذه الخلايا hypertrophied وتحتوى على أنوية متضخمة كما يحدث فى جنس *Meloidogyne* (شكل 89).

أما التغذية بالأطوار اليرقية الصغيرة يكون فى طبقات الخلايا العميقة ولا ينتج عنه أورام أو عقد. ونتيجة التغذية ينشأ عنه تمزق خلايا الأبيدرمس والقشرة وتقرحات على الجذر فى نهاية الأمر تبدو واضحة. والتكاثر يكون بكريا Parthenogensis. يتطور البيض من 6-8 يوم ويظهر الانسلاخ الأول خارج البيض. ويختلف طول دورة الحياة من 22-27 يوم على درجة 24°م وفى المناطق الباردة قد تأخذ دورة الحياة 7-9 شهر على درجة 23°م ومن 3-5 شهر على 28°م على العنب (شكل 90).

وتسبب الكثافة النيماتودية العالية فى الحقل موت كثير من النباتات وخلو مناطق الإصابة من النباتات القائمة ويبدو ذلك بوضوح فى حقول بنجر السكر المصابة بنيماتودا X.index (شكل 91) وعلى نباتات التين (شكل 92).

وتستطيع النيماتودا *X.index* أن تحيا بدون عائل لفترة طويلة فى التربة الطينية وفى حالة التربة المحتوية على جذور أشجار العنب تستطيع النيماتودا أن تحيا لمدة 4 سنوات حتى فى درجات حرارة أقل من التجمد.

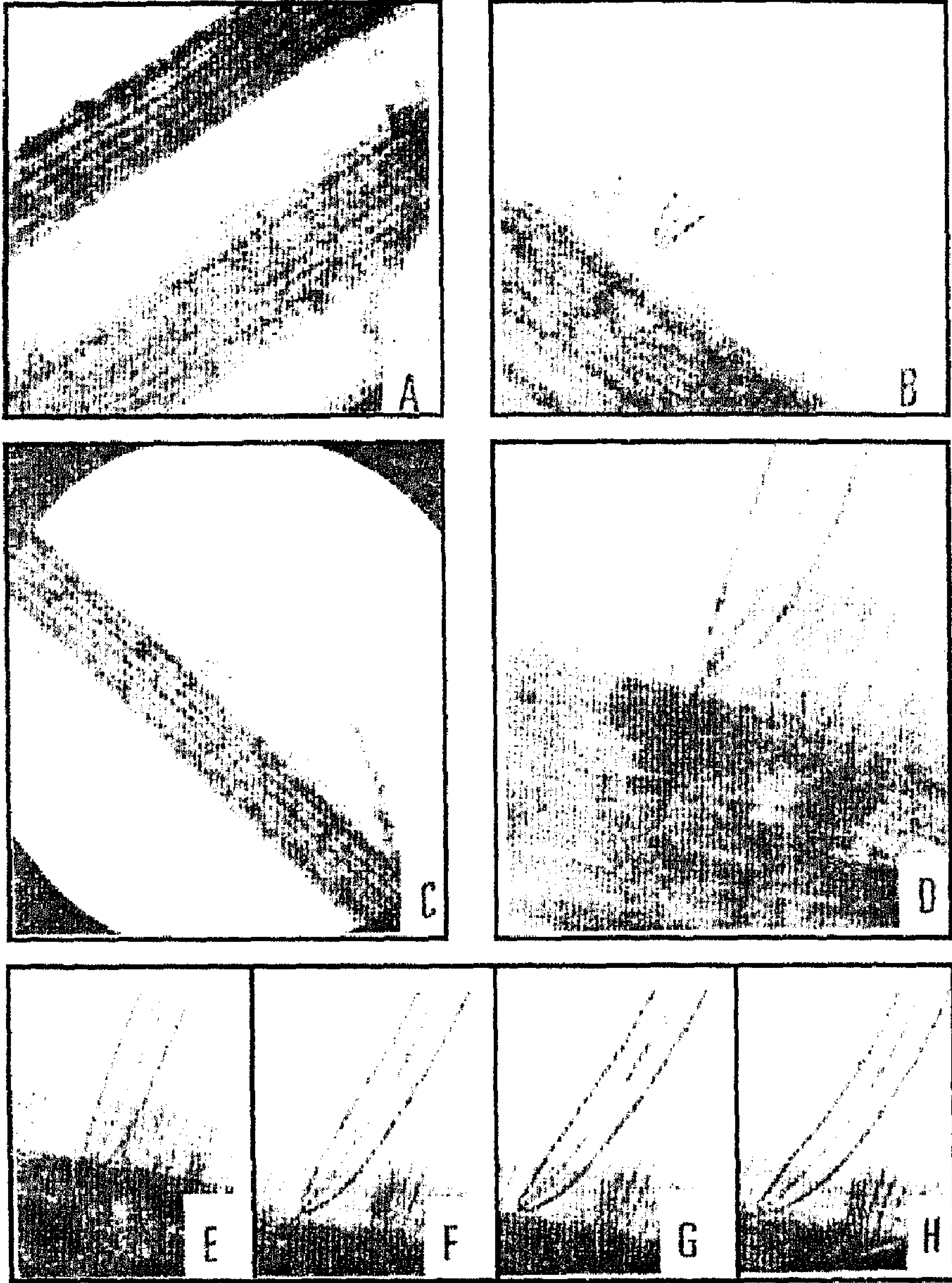
وتنقل هذه النيماتودا حبيبات الفيروس من النباتات المصابة خلال عملية التغذية ويمكن أن تنقلها بعد ذلك للأشجار السليمة خلال عملية تغذية أخرى ويمكن للجنس *X.index* أن ينقل حبيبات الفيروس Grape fan leaf V بعد تغذية قصيرة لمدة 5-15 دقيقة على الأشجار المصابة وتبقى النيماتودا قادرة على نقله إلى الأشجار السليمة لفترة من 4-8 أسبوع.

وتتلخص أعراض الإصابة في وجود أورام على أطراف الجذور- تقرحات Lesion وقرح necrosis وانخفاض نمو الأشجار علاوة علي أعراض الأمراض الفيروسية المنقولة.



أجزاء من جذور نبات الورد توضح وجود أورام وانتفاخات متشعبة عن *X.diversicaudatum*

شكل رقم (89)



تغذية *X.brevicolle* ، *X.index* على جذور نبات **dwarf nettle**

A – تغذية 2 انثى *X.index* على الجذور.

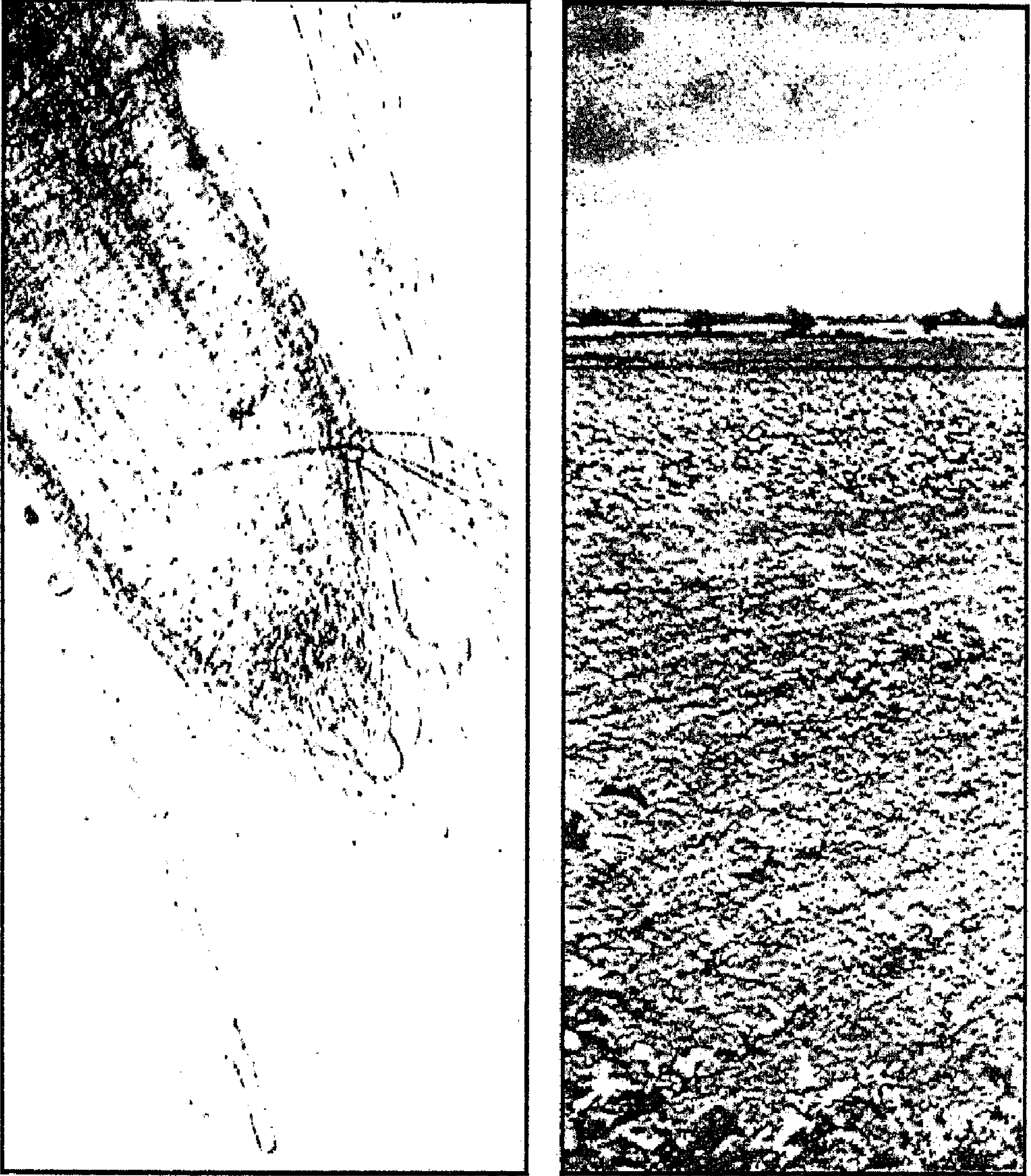
B– اختراق رمح احدى يرقات *X.brevicolle* فى انسجة الجذور .

C– انثى *X.index* تتغذى على الجذور.

D –انثى *X.index* تغرس الرمح فى انسجة الجذور. يلاحظ انحناء الرمح قليلا.

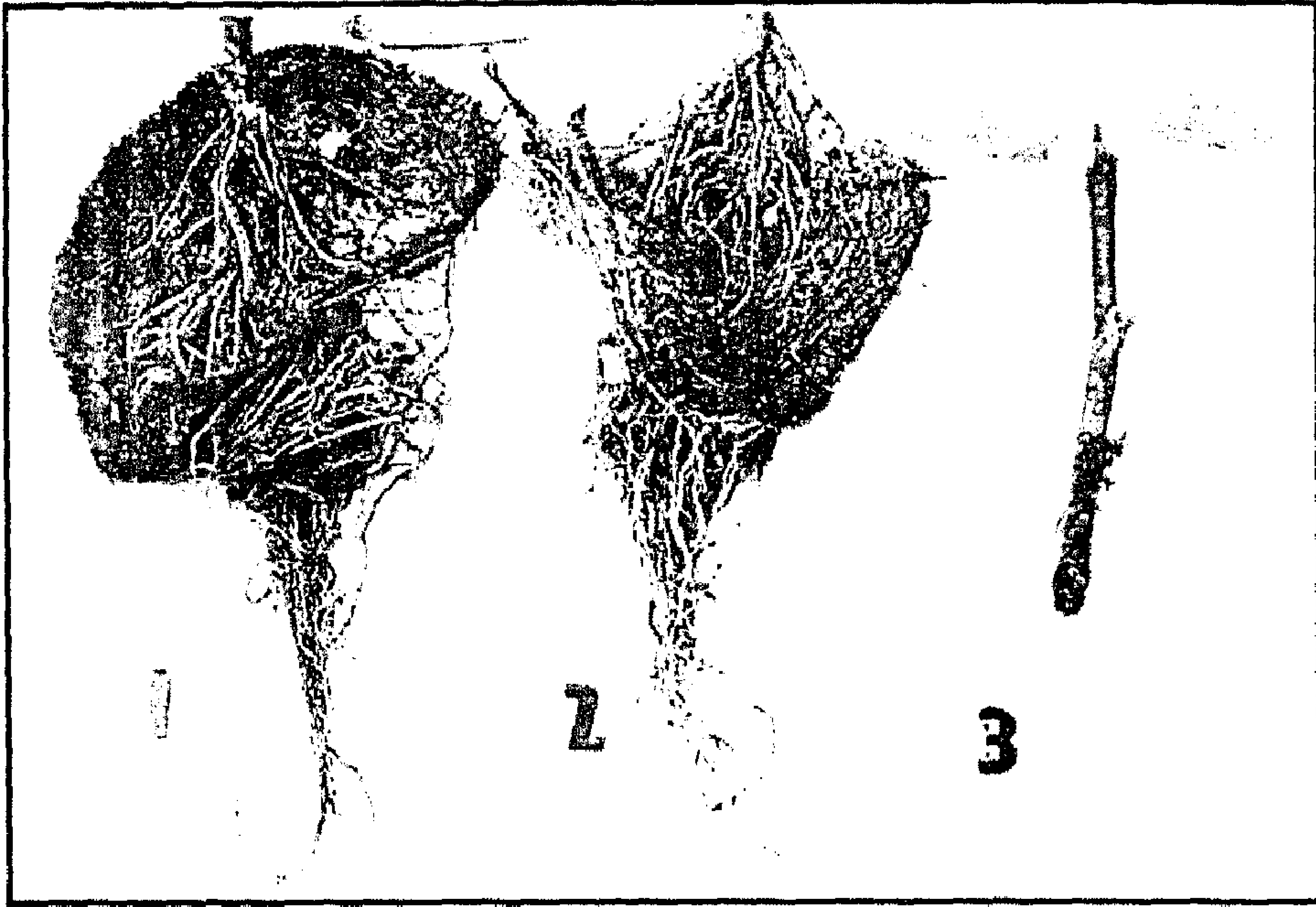
E–H – مراحل مختلفة لانسحاب رمح النيماتودا *X.index* من انسجة الجذور وذلك لانثى نيماتودية

شكل رقم (90)



يمين: حقل مصاب بنيماتودا *X.index* لبنجر السكر.
يلاحظ المواقع الخالية من النباتات - النباتات الضعيفة.
يسار: اختراق رمح نيماتودا *X.index* داخل الأنسجة.

شكل رقم (91)



جذور نباتات التين مصابة بنيماتودا *X.diversicaudatum* 63 بعد العدوى
1- يسار سليم.
2- 2600 نيماتودا.
3- إصابة شديدة جداً.

شكل رقم (92)

ثانياً: النيماتودا الأبرية :

Ectoparasitic nematodes- Virus vectors, *Longidorus spp.*

ينتشر هذا الجنس فى المناطق المعتدلة Temperate من العالم ويسبب خسائر اقتصادية لمحاصيل الخضر والزينة وخصوصاً إذا كانت ناقلة للأمراض الفيروسية حيث تختلف أنواعه مع أنواع الفيروسات المنقولة هذا الجنس *L.elongatus* ينقل أمراض مثل *Arabis mosaic, Tobacco black ring, Mulberry ring spot, Rasberry ring spot and Cherry leaf roll* وتقوم الأطوار المختلفة بالتطفل كلها على الجذور وذلك عند أطراف الجذور أو خلف الأطراف. وتتميز اليرقات بأنها أصغر من النيماتودا البالغة ومثل النيماتودا الخنجرية تقوم اليرقات والأطوار البالغة بثقب الخلايا بالرمح وتحدث نبضات متتالية من البصلة القاعدية للمرئ ويحدث إفراز

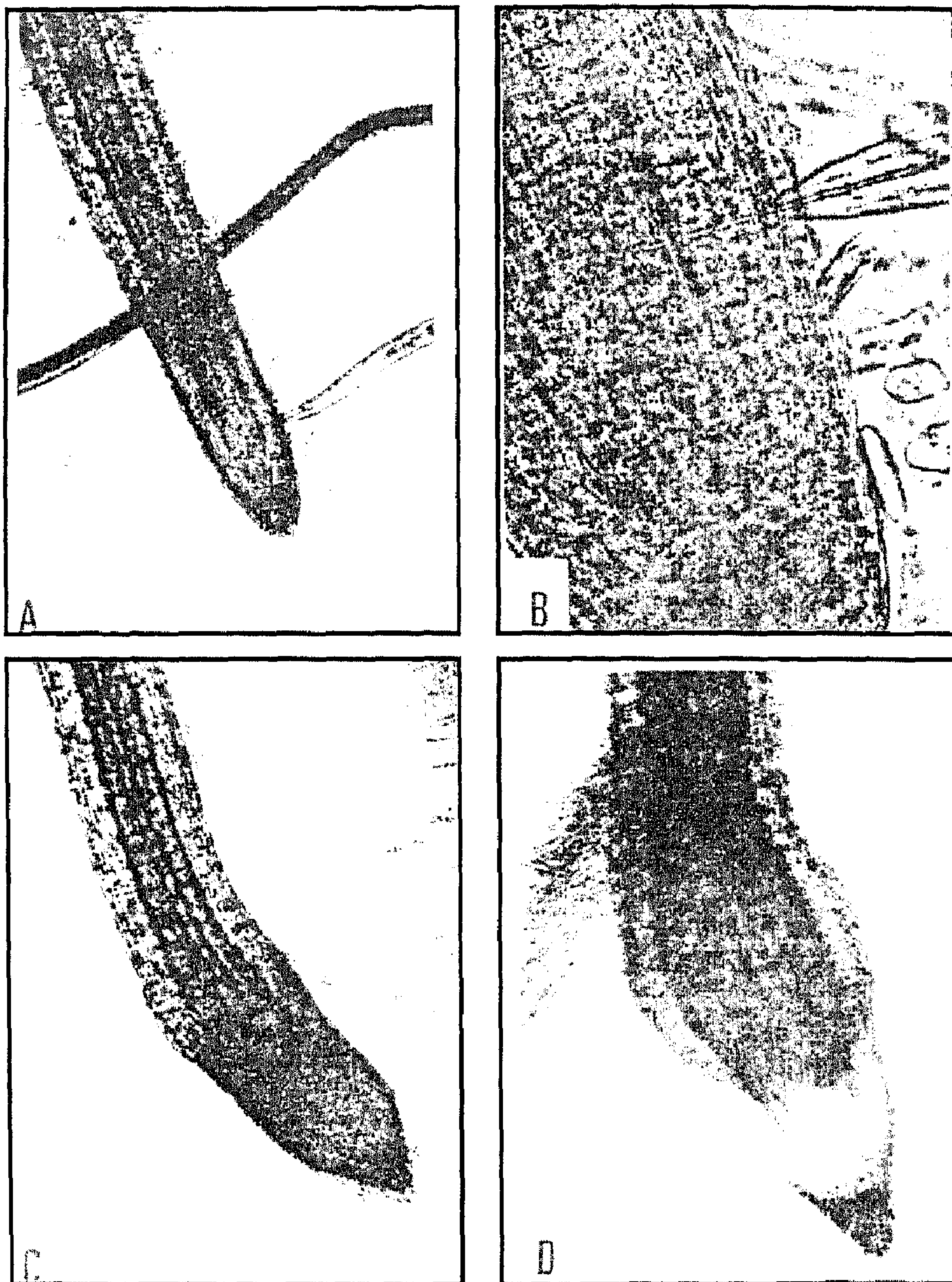
مريئى إلى داخل الخلايا ونتيجة ذلك تتضخم الخلايـا ويسـمك السـيتوبلازم وتبـدو التقرحات necrosis حول المناطق المتضخمة. وقد يحدث تضاعف لعدد الخلايا حول الخلايا المتضخمة وتتكون أورام نتيجة ذلك (شكل 93).

وتسبب هذه النيماتودا فى حالة وجودها بأعداد كبيرة فى التربة تقـزم النباتـات وضعف نموها على مستوى الحقل كما فى حالة النـوع *L.breviannulatus* علـى الذرة الشامية فى الحقل والنوع *L.africanus* على العنب (شكل 94، 95).

وتأخذ دورة الحياة من 19 أسبوع إلى سنة وعند ارتفاع درجة الحـرارة تقصـر دورة الحياة وهذا الجنس حساس لنوع التربة ورطوبتها ويمكن أن يحيا جيداً فى التربة الخشنة حسنة الصرف. ويقوم النوع *L.elongatus* بنقل الأمراض الفيروسية ويمكـن أن تحتجز حبيبات الفيروس داخل الرمح لفترة حتى 2 شهر. وتتميز الأعراض بوجود تضاعفات للخلايا وتضخمها ووجود العقد والأورام على أطراف الجذور وكذلك وجود تقرحات عليها. علاوة على أعراض الأمراض الفيروسية المختلفة مثـل الأصـفرار والتواء الأوراق وتغيرها ووجود البقع على الأوراق.

ثالثاً: نيماتودا تقصف الجذور Stubby root Nematodes, *Trichodorus spp.*:

لا تنتشر كثيراً بين مناطق العالم المختلفة، وتـرتبط بـبعض الحقـول وبعـض الخضراوات وبعض الحشائش وبعض محاصيل الفاكهة في أمريكـا وأوربـا وأسـيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية وتسبب خسائر ملموسة فى حالة الإصـابة ويمكنهـا نقـل الأمراض الفيروسية من الأشجار المصابة به إلى الأشجار السليمة. ومنها أنواع مختلفة مثل: *T.similis, T.christei and T.minor* .



تغذية نيماتودا *L.africanus* على جذور القطيفة marigold

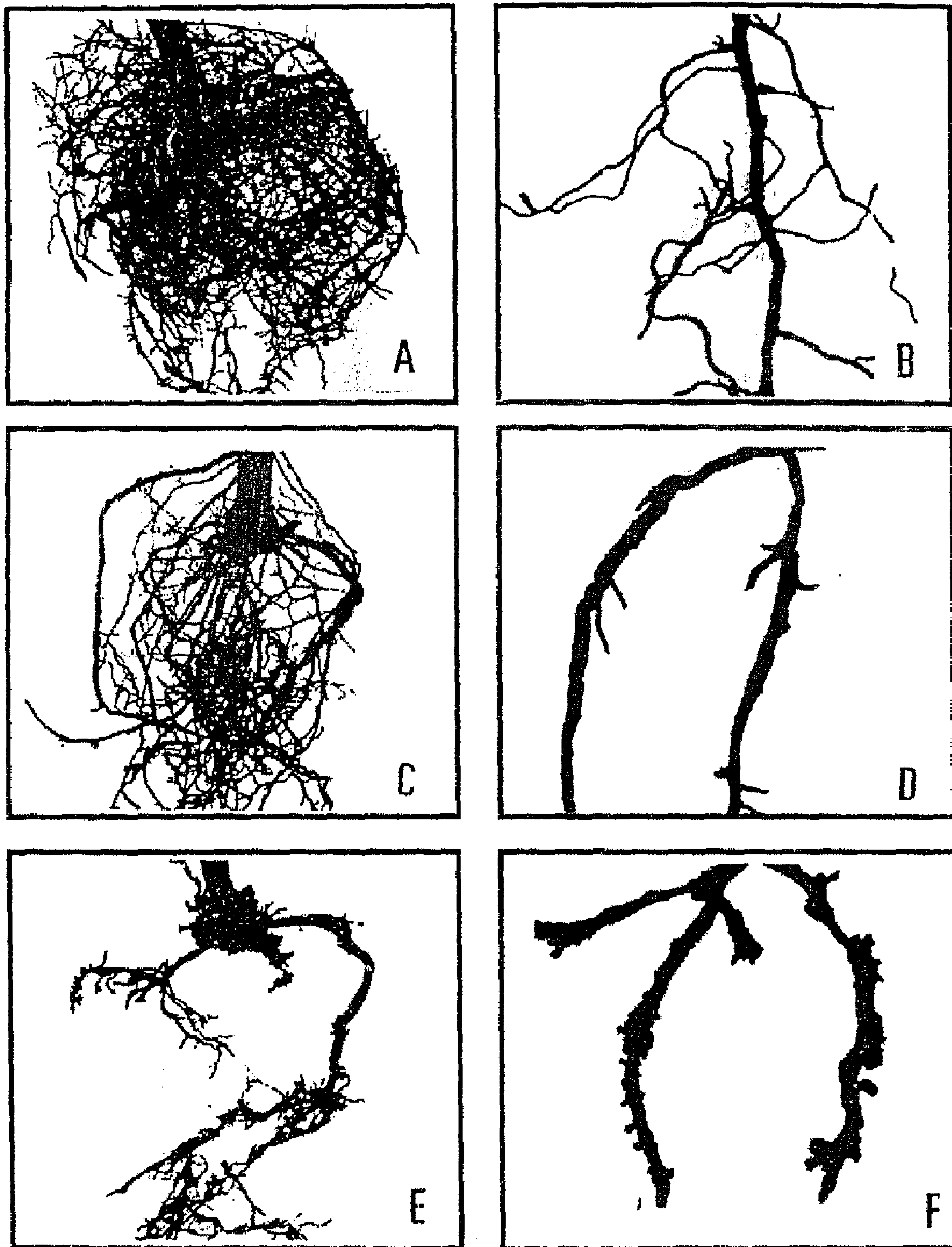
A- انثى تتغذى على منطقة قمه الجذور roottip.　　B- اختراق الرمح من نوع onchiostyle.

C- بعد التغذية بـــ 20 ساعة انتفاخ وتورم قمة الجذور.　　D- قمة الجذور بعد 3 يوم من التغذية.

شكل رقم (93)



نباتات ذرة نامية فى حقل ملوث بشدة بنيماتودا *Longidorus breviannulatus*
يلاحظ التقزم الواضح فى النباتات فى مناطق الإصابة العالية بالنيماتودا
شكل رقم (94)



التلف الناشئ نتيجة اصابة جذور العنب بالنيماتودا ***X.index & L.africanus***
وذلك بعد 9 شهر من العدوى والاصابة.
A-B- جذور بليمة. C- D- جذور مصابة بنيماتودا ***X.index***.
E-F- جذور مصابة بنيماتودا ***L.africanus*** .
شكل رقم (95)

وجميع أطوارها يمكنها أحداث العدوى وتتغذى الأطوار المختلفـة علـى خلايـا الأبيدرمس والشعيرات الجذرية وهى متطفلات خارجية وتنقسم عملية التغذيـة إلـى خمسة مراحل:

1- استكشاف جدر الخلايا (عن طريق الشفاه).

2- ثقب جدر الخلايا بالرمح وحركته (10 مرات فى الثانية حتى التثقب).

3- إفراز اللعاب أو إفرازات خاصة.

4- هضم محتويات الخلية.

5- سحب الرمح خارج الجذور بعد التغذية.

وعند ثقب جدر الخلايا ينفذ الرمح داخلياً إلى عمق 2-3 ملى. تقوم الغدد القاعدية للمرئ بدفع الأفرازات داخل العائل إلى داخل الخلايا. ويتجمع السيتوبلازم فى كميات كبيرة تمهيداً لامتصاصه فى خلال 30 ثانية. وتتكـــرر عمليـــات الاختـــراق بـــالرمح والامتصاص. ونتيجة التغذية توجد فجوات داخل خلايا العائل وتجمعات للســيتوبلازم وسيتوبلازم الأنوية وعدم انتظام وضع الأنوية ونتيجة لذلك تتكون القروح فى النهايـــة على الجذور.

ونتيجة الإصابة الشديدة للشعيرات الجذرية وأطراف الجذور تتفرع الجذور بشدة وينتج ما يسمى شعيرات قصيرة أو ما يسمى بمكنسة الساحرة Witches broom.

وتفضل هذه النيماتودا الأراضى الرملية وتعيش على عمق كبير بها. وينقـــل الجـــنس *Trichodorus spp.* الأمـــراض الفيروســـية التاليـــة Pea early borwing virus, Tobacco rattle virus.

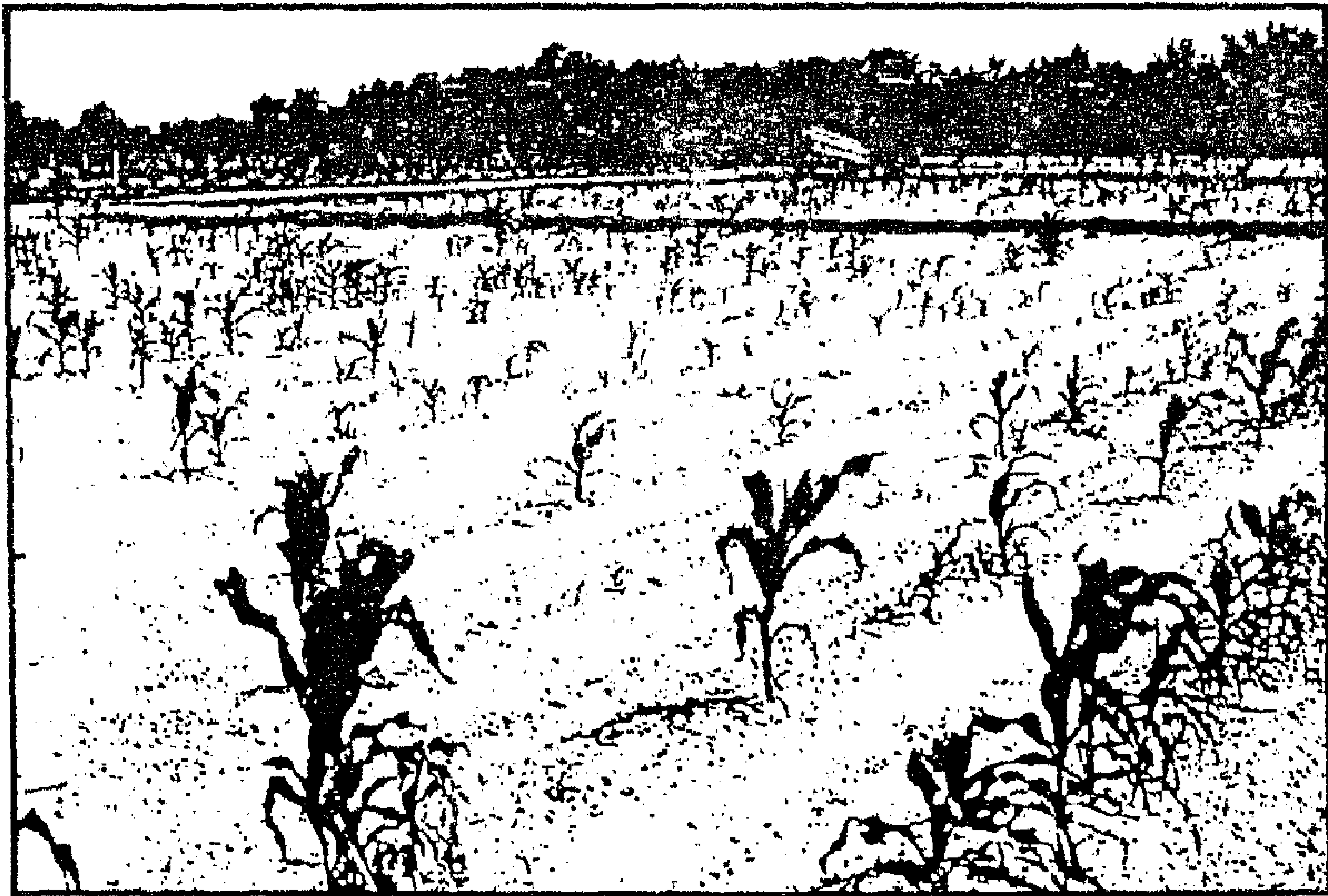
وتتميز الأعراض العامة بتجمع السيتوبلازم فى الخلايا وتجلطه وتضخم الأنويـــة وعدم انتظام توزيعها ووجود تقرحات جذرية وتنوعات للجذور عديدة حتى يتكون جذر ذو مظهر Witches broom. كما تبدو أعراض الإصـــابة بـــالأمراض الفيروســـية المنقولة.

ويسبب النوع *Paratrichodorus minor* الكثير من التلف على محاصيل الذرة فى الأراضى الملوث بها ويسبب موت النباتات وخلو التربة من النباتات القائمة وذلـــك تحت ظروف المناخ الجاف شكل (96، 97).



حقل ذره مصاب باحدى أنواع النيماتودا المتطفلة *Paratrichodorus minor* وتظهر الاصابة كبقع خالية من النباتات او نباتاتا ضعيفه متقزمه.

شكل رقم (96)



قلة عدد النباتات لمحصول الذرة نتيجة الإصابة الشديدة بنيماتودا التقصف **stubby-root nematodes** فى المواسم الجافة.

شكل رقم (97)

- النيماتودا الحلزونية .*The spiral nematode, Hlicotylenchus spp*:

توجد هذه النيماتودا فى مناطق مختلفة من العالم فى زراعات المنــاطق البــاردة والاستوائية ويمكنها أن تصيب أنواع مختلفة من العوائل (98).

ولكنها لا تعتبر طفيليات شديدة التطفل. **ولقد سجل أن أربعة أنواع فقط يمكنها أن تنقص النمو وتقلله وهى:**

H. pseudorobustus, H. dihystera= nannus, H.multicinctus , and H.digonicus

وهذه النيماتودا تعتبر خارجية التطفل ومتحركة ومهاجرة. وتتغذى خارج الجذور على خلايا الأبيدرمس للجذور الصغيرة الغضه. ويوضع البيض فى التربة بالقرب من الجذور أو يوضع على سطح الجذور وتفقس بعد 2–3 يوم. وتتطور اليرقــات حتــى البلوغ. بعض الأنواع مهاجرة ونصف داخلية التطفل وتتغذى فى هــذه الحالــة علــى خلايا القشرة وتتدلى أجسامها خارج سطح الجذور (شكل 98).

أما النوع *H.multicinctus* فهو داخلى التطفل ويصبح الجسم كله فــى داخــل أنسجة الجذور وتحدث فجوات داخلية وتضع البيض فى داخــل الأنســجة، لا توجــد أعراض مميزة للنباتات المصابة بهذه النيماتودا وفى بعض الأحيان تتقزم وتأخذ لــون مصفر.

بعض الأنواع تسبب وجود تقرحات شديدة على الجذور وموت النباتــات يعتبــر النوع *H.multicinctus* الأكثر أهمية اقتصادياً حيث يسبب تــدهورا شــديداً للمــوز *Musa cavendishii* فى كثير من زراعاته فى إسرائيل واستراليا وايسلندا. وتعتبــر هذه النيماتودا مسبب مرضى ضعيف على العوائل ولا تســبب أضــرارا اقتصــادية محلوظة أو شديدة.

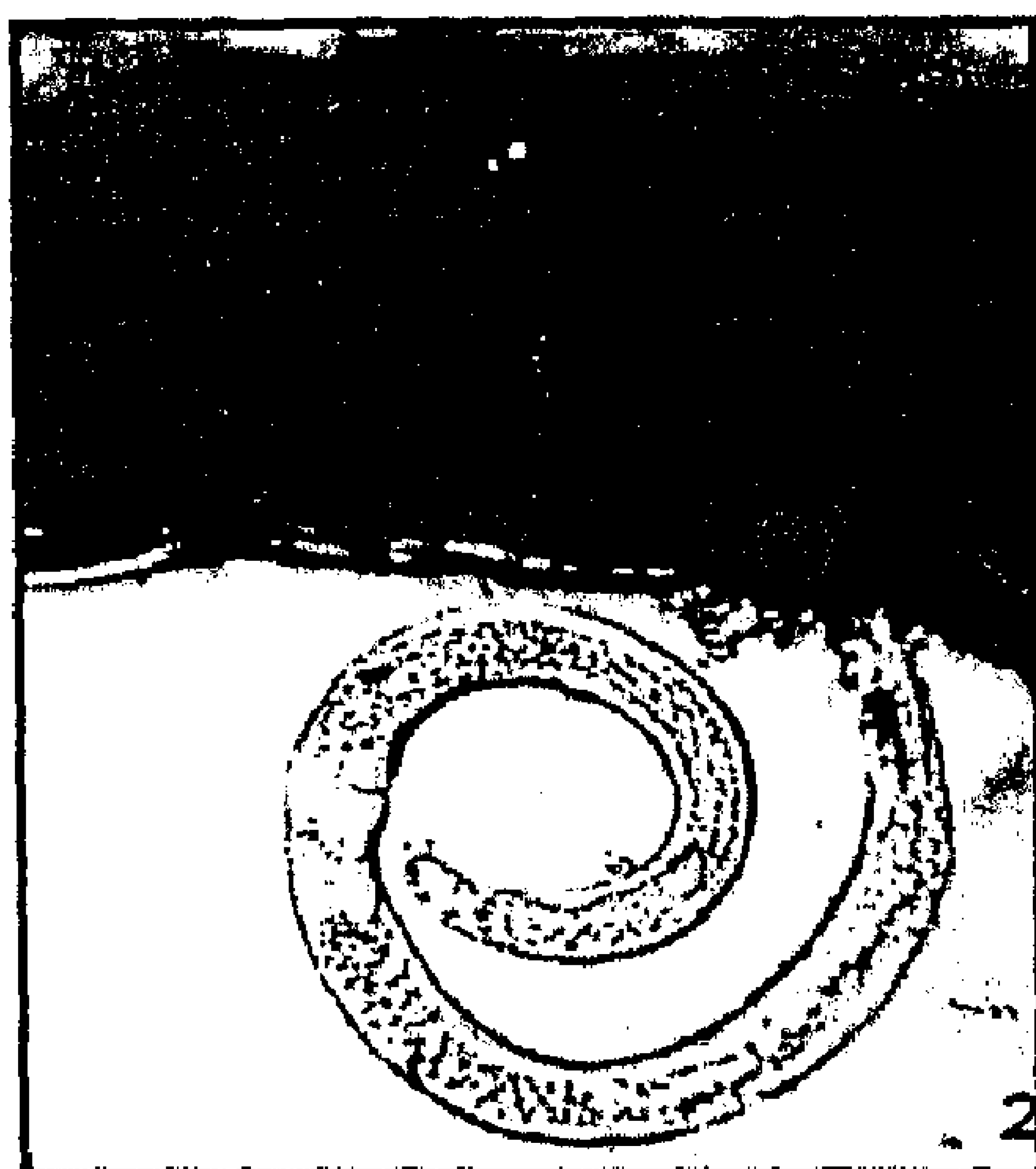
- العــــوائل:

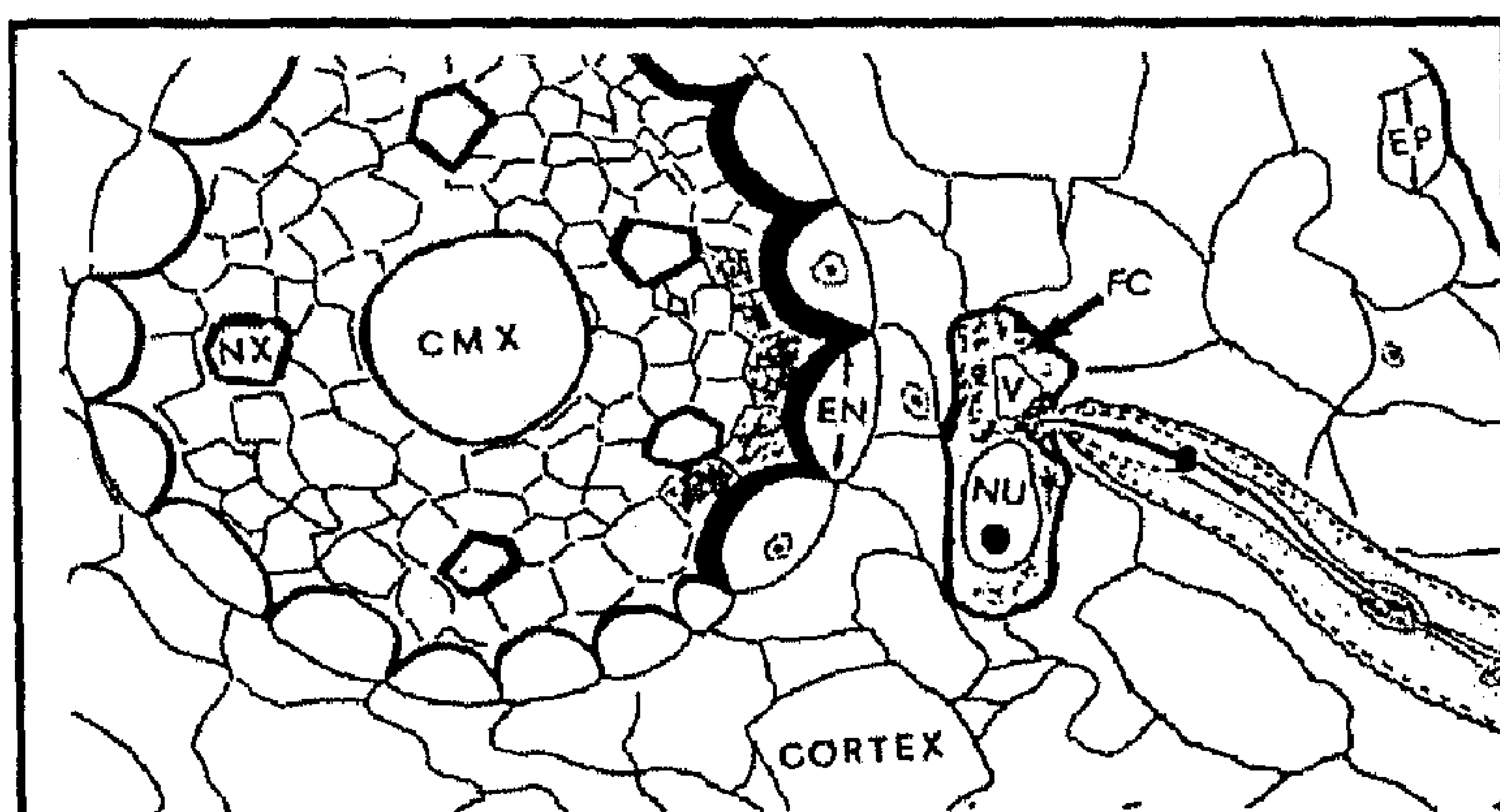
النيماتودا الحلزونية *H.dihystera* نيماتودا ذات انتشار عالمى وتعتبــر متعــددة التغذية Polyphagous ولقد وجدت على زراعات قصب السكر والبطاطس والمــوز

والأرز والشاى والأفوكاد والقهوة الأرز والفول والقمح والشيلم والشوفان ويمكنهـا أن تتكاثر وتزداد بمعدل 100 مرة أو أكثر فى فترة 22 شهر علـى الفـول السـودانى-الكروتولاريا والقطن وغيرها.

- بيولوجى ودورة الحياة:

H.dihystera نيماتودا خارجية أو نصف داخلية التطفل على الجذور وتعـدادها فى التربة عال جداً. التكاثر الجنسى شائع جداً بها. ويأخذ الانسلاخ الأول وقته داخـل البيضة والثلاثة أطوار اليرقية الأخرى خارج البيضة. ويمكن للنيماتودا أن تبقى فترات طويلة تبلغ ستة شهور بدون تغذية.





صورة تبين تغذية النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus pseudorobustus* على نبات الذرة.

FC = خلية تغذية V = فجوة NU = نواة متضخمة EP = البشرة

EN = الأندودرمس NX = الخشب (الضيق) CMX = الخشب المركزى

شكل رقم (98)

– العلاقة بين العائل والطفيل Host-parasite Relation ship:

التطفل لا يتضمن تكوين خلايا عملاقة أو تورمات على الجذور. وتتطفل علـــى أماكن تفرع الشعيرات الجذرية مع الجذور وتتواجد فى كثير من الحالات فى أنســـجة القشرة. ويمكن أيضاً أن تزداد لما يزيد عن 150مرة على القطن، 500 مـــرة علـــى الكروتالاريا crotalaria.

– العلاقات مع مسببات الأمراض الأخرى Associations with other pathogens:

لوحظ زيادة حـــدوث المـــرض البكتيـــرى علـــى الطمـــاطم (ذبـــول بكتيـــرى) *Pseudomonas solanacearum* بوجود النيماتودا الحلزونية.

– النيماتودا الحلزونية على الموز :

Spiral nematode , *Helicotylenchus multicinctus* on Banana:

ترتبط هذه النيماتودا فقط بالجذور ولا ترتبط بأى جزء آخر تحت ســـطح التربـــة ولقد وجد أن التعداد العالى من هذه النيماتودا بسبب تدميراً شديداً للجذور وخصوصـــاً الجذور الصغيرة (المتغذيات Feeder roots). وقد تظهر التقرحات على هذه الجذور مسببة تلفها، أما الجذور الكبيرة فتظهر عليها تقرحات وبقع سوداء اللون على الســـطح (فى الطبقة الخارجية من الجذور). فى نهاية الإصابة قد تتعفن الجذور وتسبب ســـقوط أشجار الموز البالغة Toppling (شكل 99). خصوصـاً أثناء هبوب الريـــاح الشـــديدة أوعندما تحمل أشجار الموز سباطات ثقيلة. ولا يزيد عمر الأشجار المصابة بالنيماتودا الحلزونية عن ثلاث سنوات. وتعيش أطوار هذه النيماتودا فى بقايا النباتات المصـــابة الجذور ملتصقة بها وتعتبر من مصادر العدوى الأساسية لأشجار الموز الحديثة.

– نيماتودا السوق والإبصال :

The Stem and Bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci* :

هى نيماتودا داخلية التطفل مهاجرة ومتحركة وتهاجم الأجزاء الهوائية– الأبصال – الدرنات. **ولهذه النيماتودا مدى عائلى واسع فى بلدان كثيرة مثل:**

أفريقيا – شمال وجنوب أمريكا – آسيا – أستراليا – أوروبا – الهند – اليابـــان. وبعض الولايات المتحدة الأمريكية (نورث كارولينا – فرجينيا) وتصيب عوائل عـدة مثل: الزنبق – الثوم– النرجس– البصل – التيوليب (شكل 100-103).



صورة توضح التلف الناشئ فى جذور الموز المتسبب عن النيماتودا الحلزونية
Helicotylenchus multicinctus



صورة توضح التدهور فى زراعات الموز وانقلاب الأشجار نتيجة تأثير النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus multicinctus* المتواجدة بكثافة عالية.
شكل رقم (99)



صورة حقل بصل مصاب بنيماتودا *D.dipsaci* ويرى فيه اختفاء النباتات في مناطق كثيرة وضعف النباتات النامية والنباتات متباعدة عن بعضها



صورة نباتات بصل مصابة (يمين) وأقصى اليسار سليمة وتبدو الفروق واضحة
شكل رقم (100)



صورة أبصال السوسن مصابة بنيماتودا السوق *D.dipsaci*



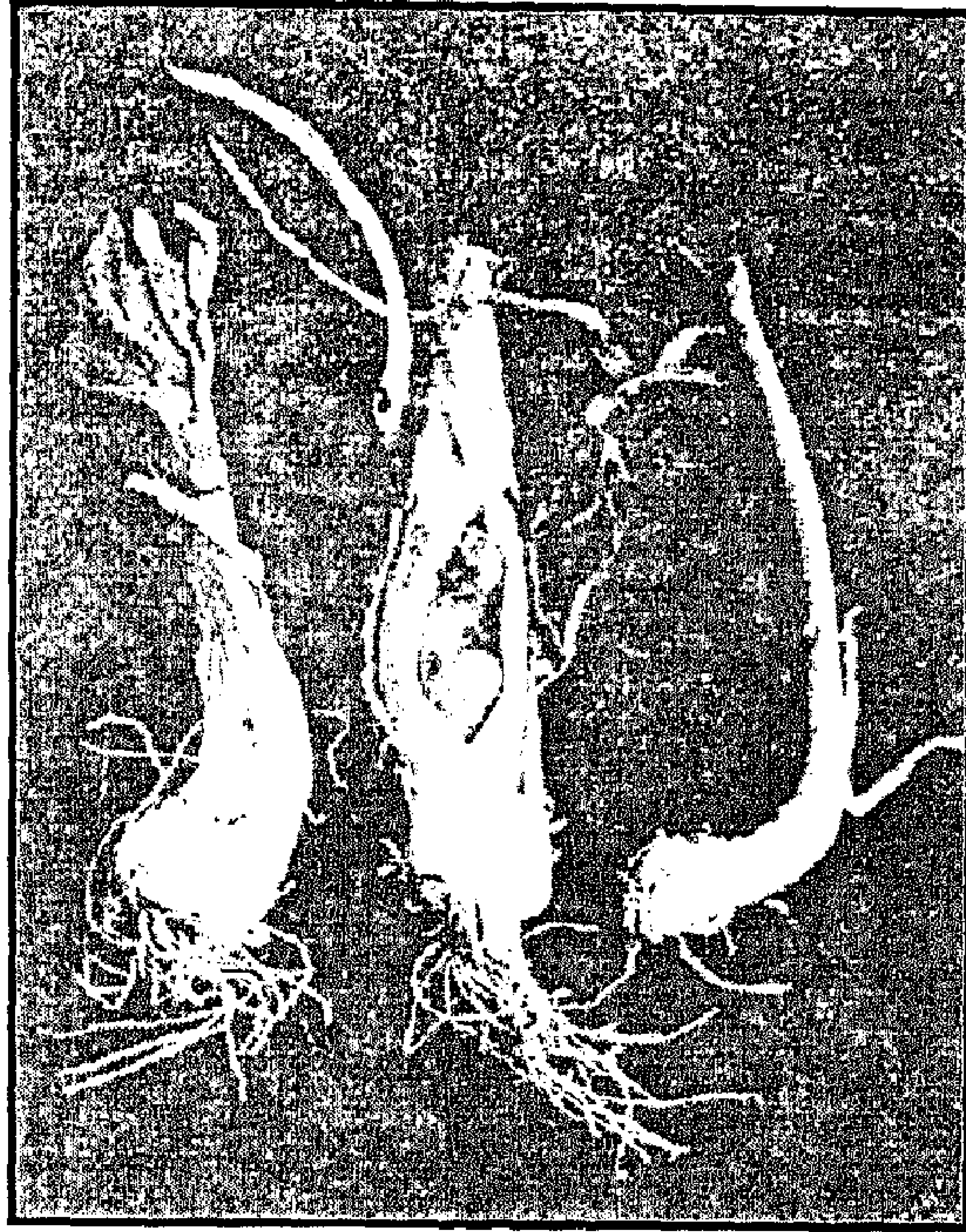
صورة نباتات ثوم مصابة بنيماتودا السوق والإبصال *D.dipsaci* .

A- أعراض الإصابة على المجموعة الخضرى أعلى سطح التربة.

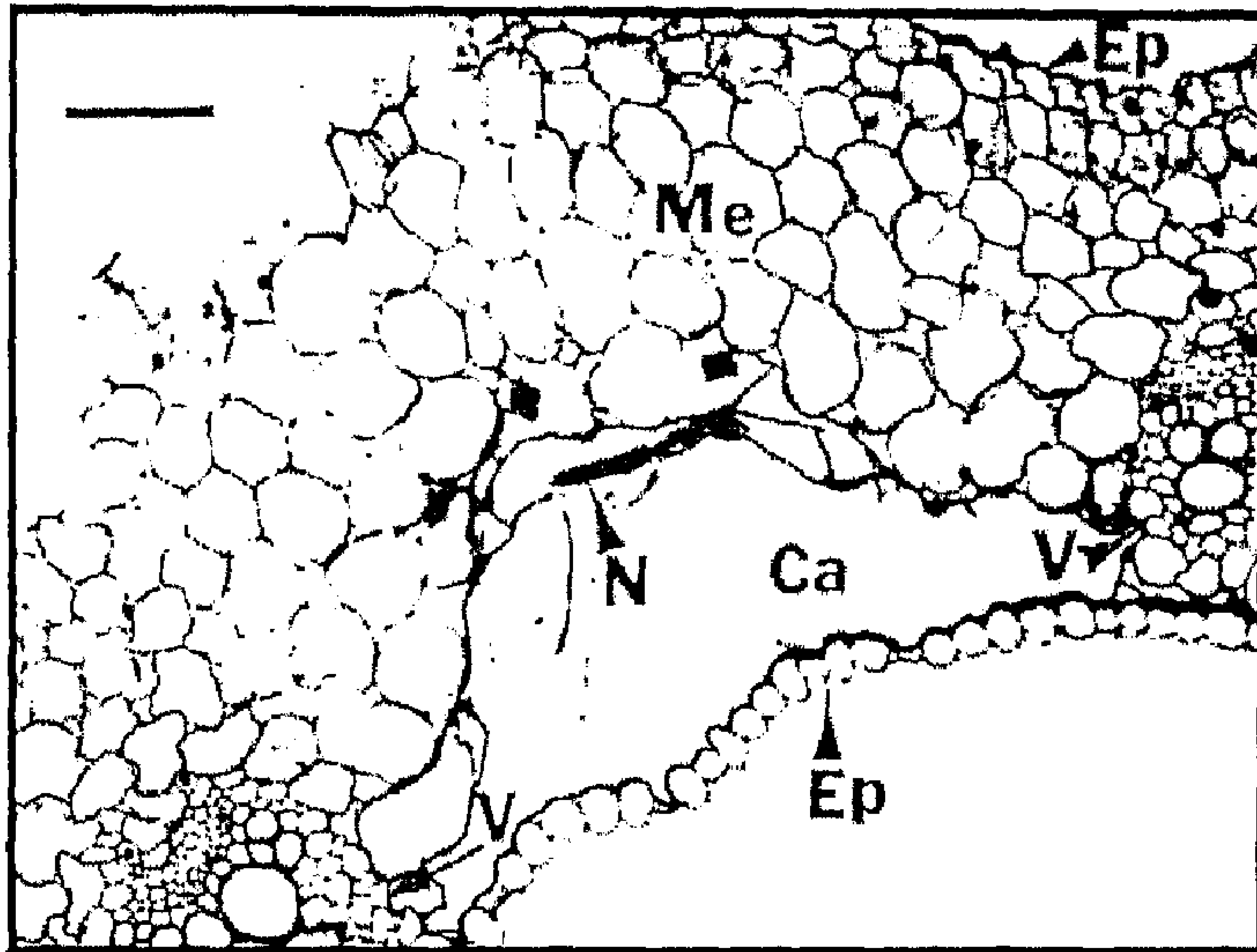
B- يسار ثلاث نباتات سليمة. يمين: أربعة نباتات مصابة.

لاحظ الفروق فى اللون والحجم والجذور الصغيرة.

شكل رقم (101)

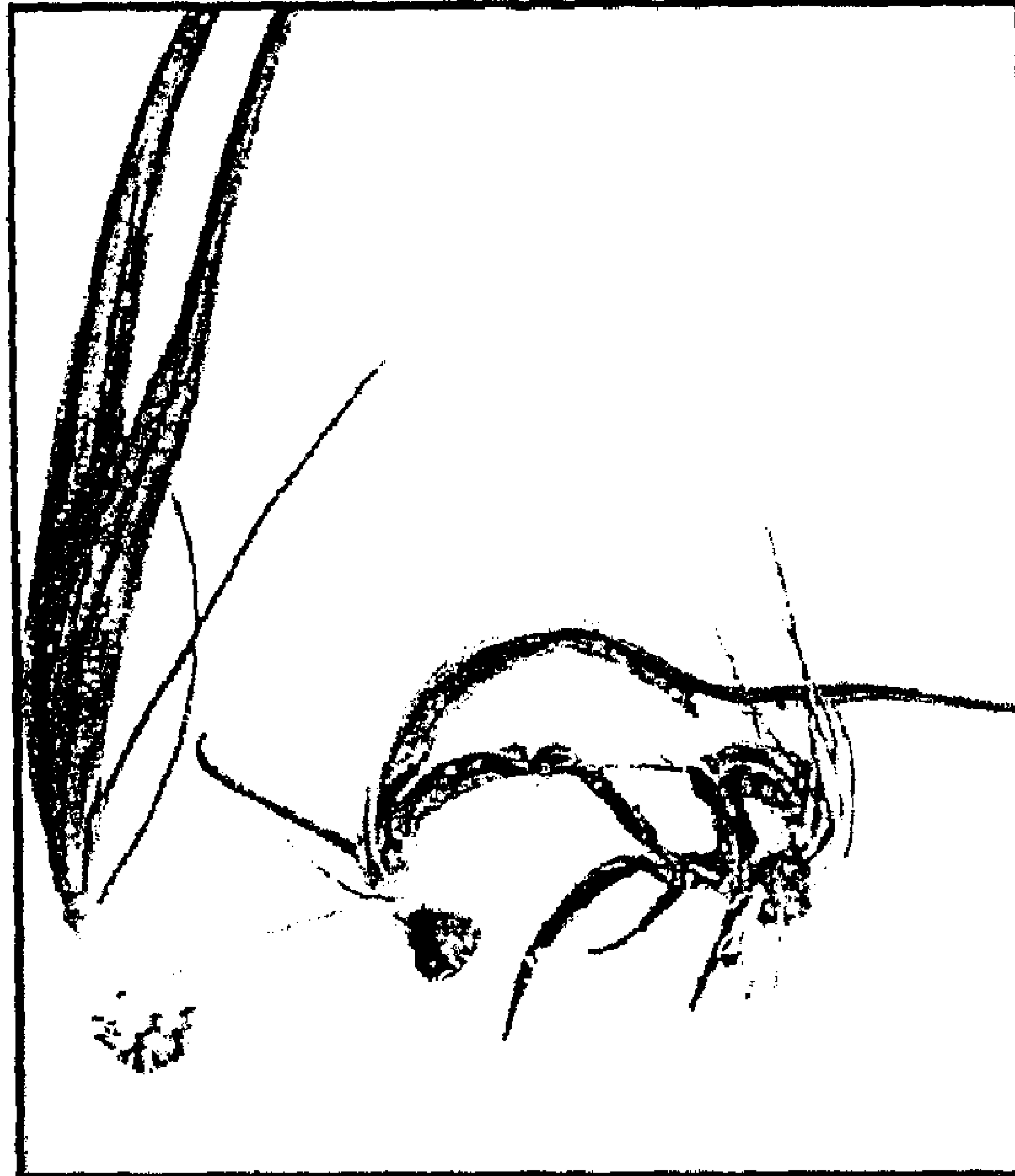


صورة توضح ثوم غير قابل للتسويق مشوه الأوراق والشكل نتيجة الإصابة بنيماتودا السوق والإبصال *D.dipsaci*

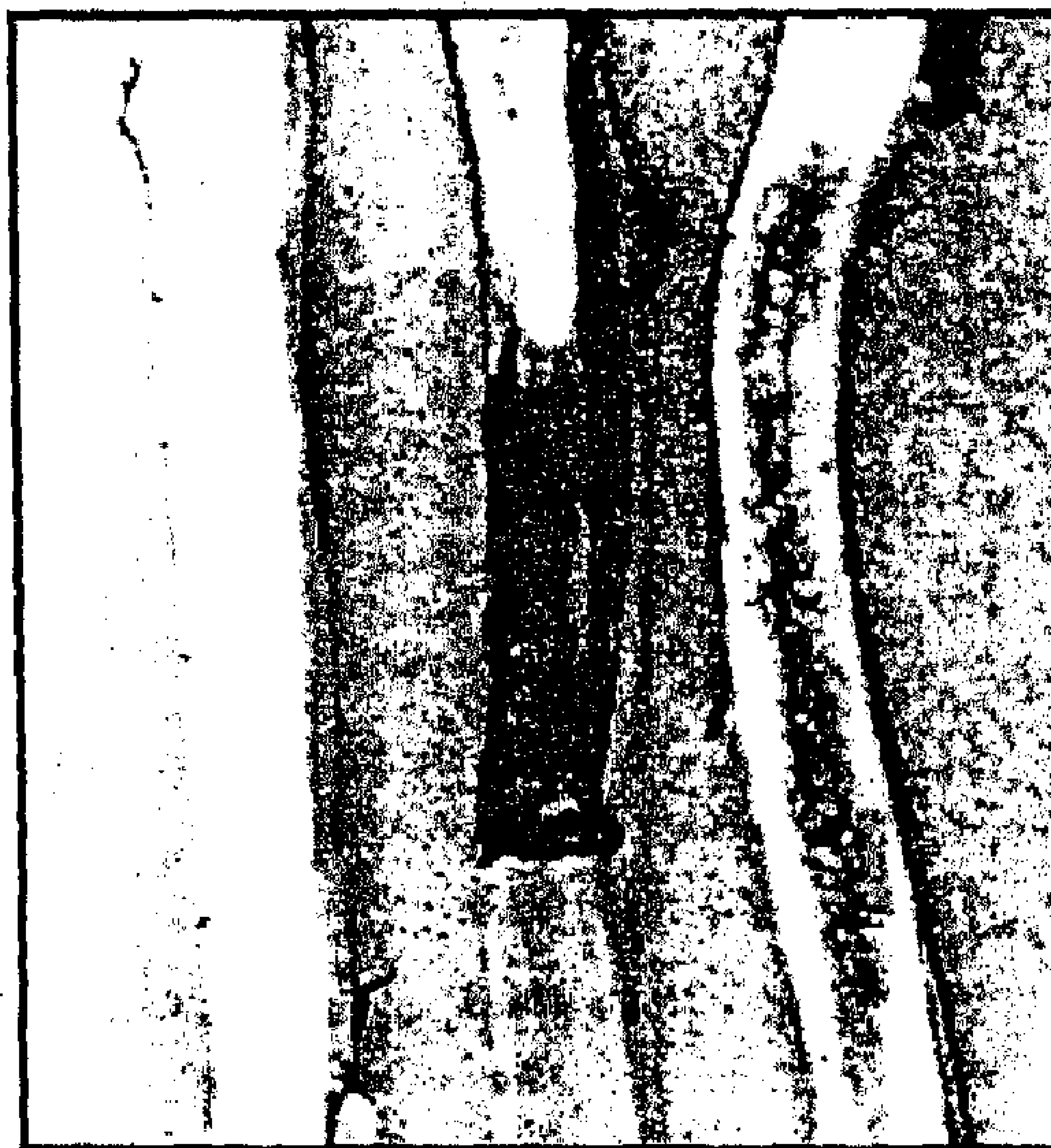


قطاع عرضى فى ثوم يبين أماكن الإصابة بنيماتودا *D.dipsaci* لاحظ وجود فجوات واسعة كبيرة Ca فى منطقة الميزوفيل Me ويلاحظ وجود النيماتودا N، Ep الابيدرمس، V= الأسطوانة الوعائية (الميزوفيل)

شكل رقم (102)



صورة: نباتات من الزنبق الإفريقى مشوهة ومتلوية نتيجة الإصابة بنيماتودا السوق والإبصال .
يمين : شديد الإصابة.   يسار: إصابة خفيفة.



صورة: نباتات فول بلدى تظهر تقرحات داخلية بنية وخارجية نتيجة الإصابة بنيماتودا السوق والإبصال بالمقارنة مع السليمة (يسار) قطاع طولى للساق.
شكل رقم (103)

كما تصيب نباتات لا تكون أبصال مثل :

البرسيم الحجازى - الفول البلدى - القرنفل - البرسيم - الذرة - البسلة - البطاطس - الفراولة - بنجر السكر - الفيتش (شكل 104).

وتصيب هذه النيماتودا وتخترق المجموع الخضرى وتدخل العائل من خلال الثغور Stornata وتتكون مستعمرات من النيماتودا فى الأنسجة البارنشيمية حيث تتغذى وتتكاثر وتضع الإناث 200-500 بيضة. ونتيجة التغذية والحركة تتكون فجوات كبيرة ويساعد على زيادة الإصابة الظروف الرطبة ودرجة الحرارة المتوسطة وتتأثر بشدة بالأجواء الجافة والحرارة أقل من 10°م وأكثر من 22°م وفى هذه الظروف السيئة يحدث كمون للطور اليرقى الرابع فى البذور، الإبصال، الدرنات وبسبب الأجزاء النباتية المصابة تنتشر هذه النيماتودا وكذلك عن طريق استخدام مياه الرى المستعملة. وفى المناطق الباردة الكثافة العددية والتلف تزداد فى الخريف وتقل بشدة فى الشتاء، وتزداد مرة ثانية فى أوائل الربيع وتقل بشدة فى الصيف وإذا وصلت نسبة النيماتودا فى التربة 1 نيماتودا / جم تربة يكون هناك شبه تدمير كامل للمحصول. ولهذه النيماتودا سلالات عديدة تزيد عن 25 سلالة.

وتتميز الأعراض العامة للإصابة بتشوه الأوراق وتورمها وكذلك الابصال وفى الإصابات المتأخرة تتعفن النباتات نتيجة نمو الكائنات الثانوية المصاحبة وفى الفراولة المصابة توجد أورام مثل الدمامل على الأوراق وأزهار وثمار مشوهة. وفى المحاصيل البقولية تسبب وجود تقرحات عند قاعدة الساق وتشوه الأوراق والسوق.

وتعتبر نيماتودا *D.dipsaci* متطفلات داخلية تتغذى على البرانشيما فى السيقان والإبصال. ويصيب الطور اليرقى الرابع أنسجة الشتلات الصغيرة السن وهى تحت التربة وتسبب تكسير الجدر الفاصلة بين الخلايا Middle lamellae والإصابة الشديدة يمكنها أن تميت النباتات سواء القابلة للإصابة والمقاومة.

وفى حالة السيقان المصابة تصبح منتفخة Swollen- متقزمة Stunted ومشوهة distorted والأوراق مشوهة malformed - وفى حالة البرسيم تصبح المسافات بين العقد متقاربة short inter nodes مع تقزم وتضخم النباتات المصابة

وفى توالى الإصابة تظهر بقع فى الحقل خالية من النباتـات bare patches وتـتعفن النباتات والإبصال فى نهاية الموسم. وفى حالة النرجس تكون أوراقه مشـوهة عليهـا انتفاخات شاحبة تسمى spikkels والإبصال فى حالة تشريحها توجد بداخلها ألوان بنية (دوائر). والبنجر المصاب تكون نباتاته قصيرة ومشوهة. وهناك علاقة بين نيمـاتودا *D.dipsaci* والبكتريا الممرضة مثل :

Bacterium rhaponticum، وكـذلك زيـادة تـأثير بكتيريـا الـذبول *Corynebacterium insidiosum* فى وجود النيماتودا على البرسيم وفـى حالـة بعض الأصناف من البرسيم Lucerne التى تكون مقاومة لفعل بكتريا الذبول وتتكسر هذه المقاومة بفعل وجود النيماتودا والتى تعمـل كناقـل لـبعض الفطريـات مثـل : *Aspergilus flavas* and *A.niger* .



نباتات ذرة نامية فى حقل مصاب بشدة بنيماتودا ***Ditylenchus dipsaci***

شكل رقم (104)

وتنتشر هذه النيماتودا فى حقول فول السودانى فى جنوب أفريقيا – موزامبيـق – ملاوى – والكونغو. وللحرارة تأثير عظيم على إنتاج البيض، الفقـس، وطـول دورة الحياة.

ودرجة الحرارة المثلى 28°م لكل الأنشطة المختلفة من إنتاج بـــيض – حيويـــة بيض ودورة حياة. وتحتاج دورة الحياة من البيضة إلى البيضة 6-7 يوم ويؤدى قصر دورة الحياة إلى إنتاج يرقات بأعداد كثيرة خلال موسم النمو. ولم تم عـــدوى شـــتلات الفول السودانى بــ 500 نيماتودا للنبـــات يعطـــى فـــى النهايـــة تعـــداد نيمـــاتودى 5/150000جم من Fresh shells or seeds بعد 18 أسبوع.

الطور اليرقى الرابع يتجمع عند قاعدة الساق المتقرحة وداخل البـــذور وتســـبب انتفاخات وعقد فى البرسيم الحجازى على البراعم ويمكن للنيماتودا البقاء داخل البذور والأوراق الجافة للبرسيم الحجازى.

وفى القرنفل المصاب تتشوه الأوراق وتقل الأزهار المنتجة النهائية، ويفيد الحجر الزراعى كثيراً لمنع دخول هذه الآفة كذلك الحصول على أجزاء للزراعة من منـــاطق نظيفة معتمدة علمياً بعدم تلوثها هى من الإجراءات الهامة التى تؤدى إلى عدم دخـــول هذه الآفة إلى مناطق جديدة.

وهى من أكثر النيماتودا المنتشرة فى المناطق الباردة تـــدميراً للعائـــل. وتهـــاجم وتصيب أكثر من 450 عائل ولها العديد من السلالات البيولوجية Biological races والبعض من هذه السلالات له مدى عائلى محدود. وتنتشر فى دول البحـــر المتوســـط وأوربا وروسيا- الجزائر – اليونان – إيطاليا- البرتغال وأســـبانيا وجنـــوب أمريكـــا واستراليا، وهاواى والهند واليابان وتنتشر بـــالأجزاء المصـــابة Infested stock أو البذور. كما تنتشر فى البلدان التالية، بيرو، نيوزيلنده، اسكندنافيا- بريطانيا- ألمانيـــا، غرب أوروبا.

دورة الحياة تأخذ 19-23 يوم على البصل عند درجة حـــرارة 15°م – أربعـــة انسلاخات الأول داخل البيضة – الجماع بين الذكر والأنثى ضرورة للتكـــاثر. تضـــع الأنثى من 207-298 بيضة وتعيش الأنثى من 45-73يوم.

ويعيش الطور اليرقى الرابع، فى الظروف الجافة عدة سنوات على أنسجة العائل وتتجمع كميات هائلة من هذا الطور تحت أنسجة العائل المصاب وتكون Clumbs of (eelworm wool) وقد تلتصق بالبذور. وتؤثر نوعية التربة على تعداد النيماتودا وقد تزداد فى التربة الطينية عن الرملية.

ويناسب غزو النيماتودا Invasion البـرودة، الرطوبـة وتسـتطيع أن تتحـرك اليرقات فى التربة بعد سقوط الأمطار ولهذه النيماتودا عدد من السلالات يصـل إلـى 11 سلالة فى أوروبا وحدها. ويعتبر البصل من النباتات الملائمة للتطفل من العديد من سلالات هذه النيماتودا كما أن السلالة التى تصيب التيوليب يمكنها إصـابة النـرجس. وتسبب هذه النيماتودا نقص وزن البذور الطازجة ونقص صفات البذور وزيادة نسـبة البذور المعيبة تصل إلى 65% من البذور. وتستطيع النيماتودا أن تعيش بدون عائـل حتى 32 أسبوع فى حالة سكون.

1- نيماتودا التعفن فى البطاطس :

Potato rot nematode, *Ditylenchus destructor:*

تصيب هذه النيماتودا زراعات البطاطس فى مناطق كثيرة من العالم وتعتبر من أهم خمسة أنواع يجب إجراء عمليات الحجر الزراعى لمنع دخولها للبلاد. وتنتشر هذه النيماتودا الخطيرة فى بلدان الولايات المتحدة الأمريكية - النمسا - بنجلاديش - انجلترا- الصين - جزر الكنارى - تشيكوسلوفاكيا- فنلندا - فرنسا - إلمانيا - اليونان - المجر - إيران - أيرلندا - إيطاليا - اليابان - لكسمبرج - نيوزيلندا- هولندا - النرويج - باكستان - بيرو- بولندا - رومانيا - جنوب أفريقيا - روسيا - السويد - سويسرا. وهذا يدل على مدى أهميتها الاقتصادية وإخطارها الشديدة فى زراعات البطاطس - كذلك تصيب هذه النيماتودا أعدادا وأنواعاً كثيرة جداً من العوائل النباتية وعلى سبيل المثال:

البصل - البنجر - فول السودانى - الحمص - أنواع من القرعيات - عباد الشمس - البرسيم الحجازى - البطاطس - القمح - الفول البلدى - اللوبيا. كذلك يمكن لهذه النيماتودا التغذية على أكثر من 65 نوع فطرى.

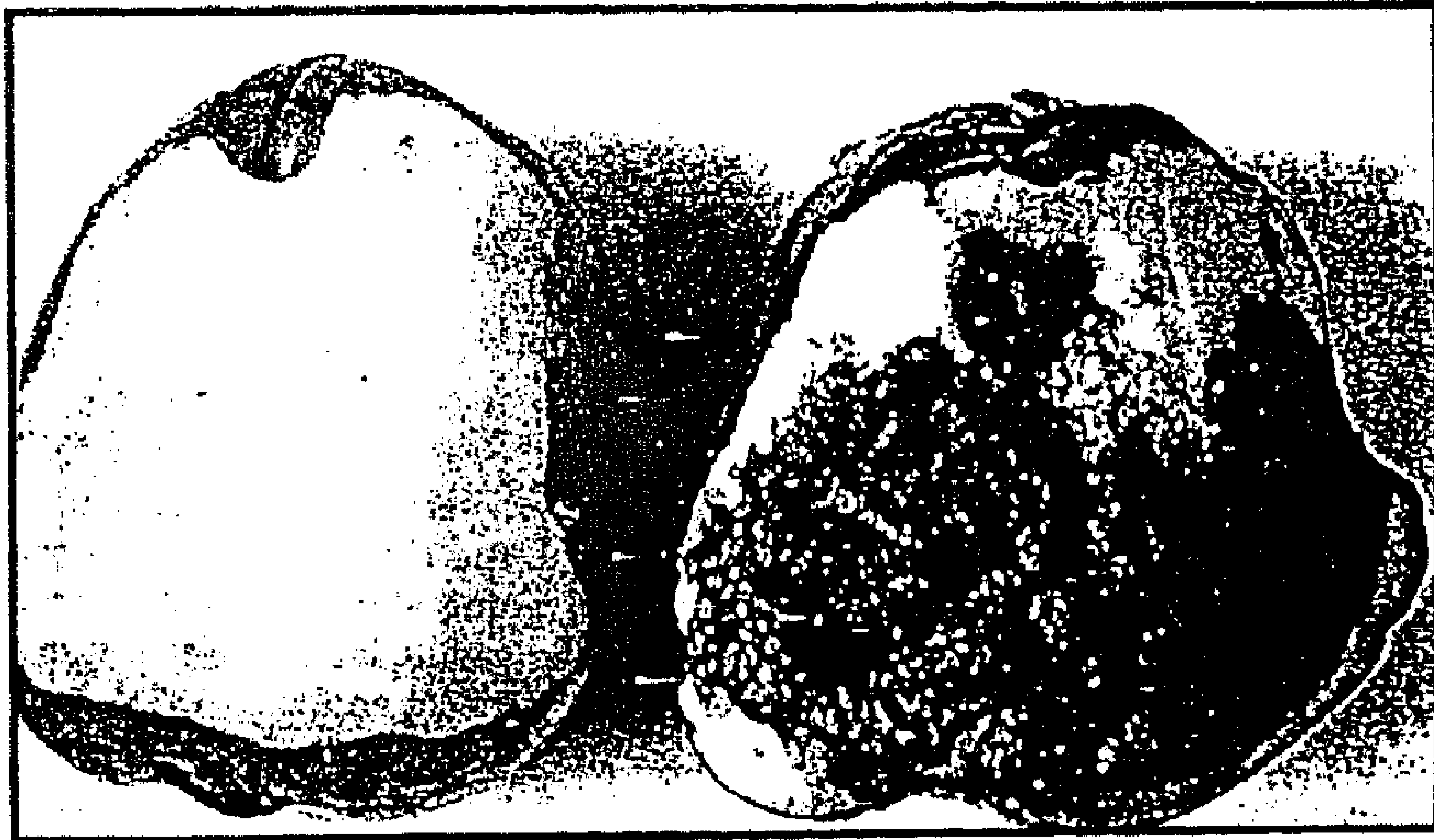
- الأعـــراض:

نادراً ما تظهر على الأجزاء الهوائية. كذلك نادراً ما تظهر أعراض فوق سطح التربة على النبات مثل التقزم والأوراق المشوهة. أما أسفل سطح التربة تظهر بقع صغيرة جداً رمادية اللون على الدرنات المصابة وتظهر فراغات نتيجة التغذية

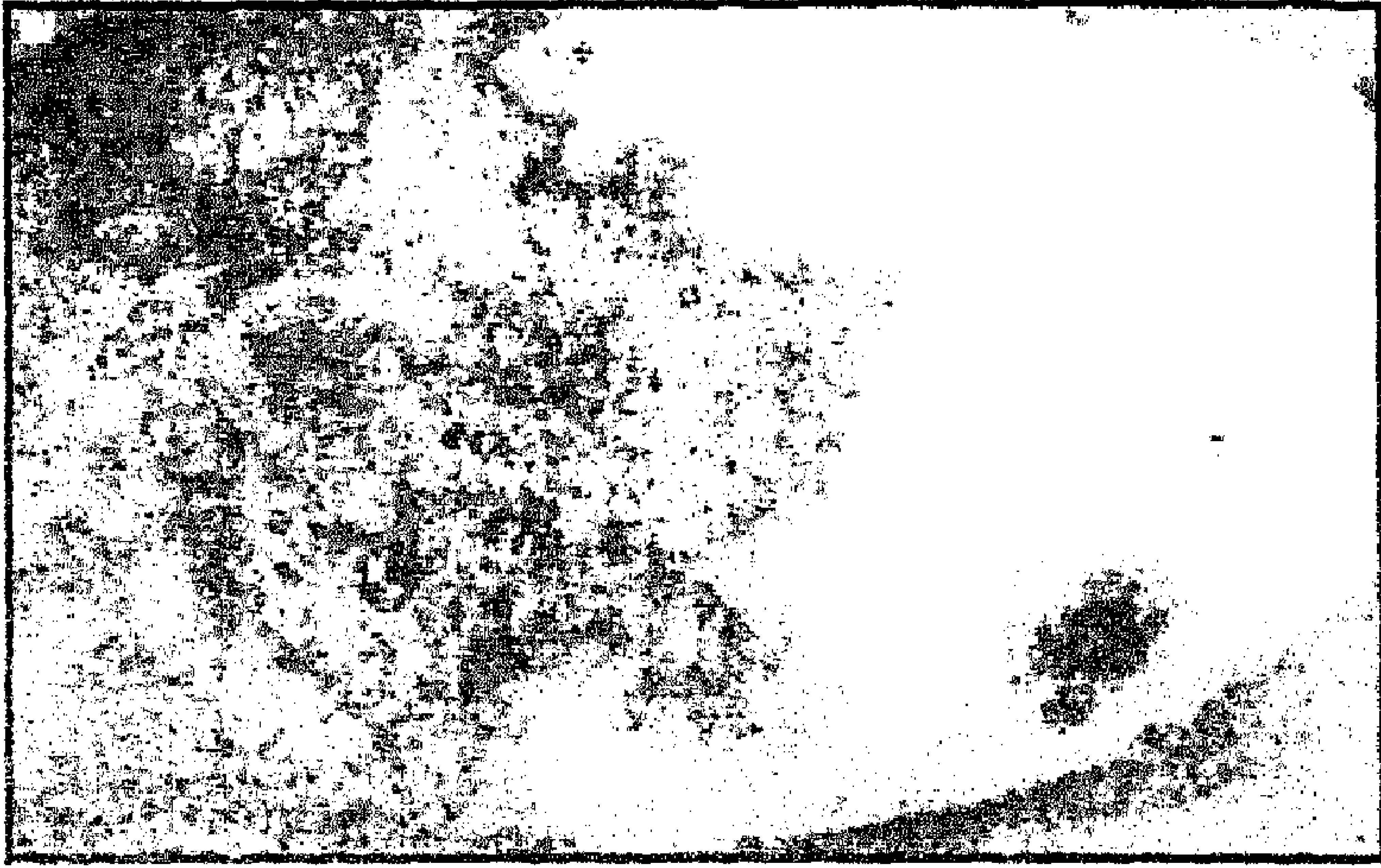
وتكبر وتتحد وتصبح محببة. يجف جلد الدرنات وينكمش ويتشقق. وتظهر فجوات داخل نسيج الدرنة ويتعفن النسيج فى المراحل النهائية للإصابة ويستمر غزو النيماتودا وتعفن الدرنات حتى فى خلال فترات التخزين وتصبح ذات شكل رمى متعفن (شكل 105، 106).

وتسبب الإصابة والتغذية تحلل البروتين وتكسره وتجمعه وظهور تقرحات داخلية. ويزداد تحلل النشا مما يزيد الضغط على جدر الخلايا فتنفجر وتقل نسبة النشاء بنسبة 30-38% ويزداد الجلوكوز وتقل نسبة السكروز. وتتميز الدرنات السليمة بزيادة نسبة المياه بها وقلة النيتروجين. وتفقد الدرنات القدرة على تحمل الجفاف. وفى حالة إصابة الحقول بهذه النيماتودا تعتبر عملية الحصاد غير مجدية اقتصادياً ومكلفة وقد تنهار الزراعات كلها قبل نهاية عمر النباتات. وفى إحدى السنوات فى روسيا كانت الخسارة نتيجة هذه النيماتودا أكثر من 150.000 طن فى عام واحد وتسبب نسبة 1000 نيماتودا/250 جم تربة خسائر شديدة للمحصول..

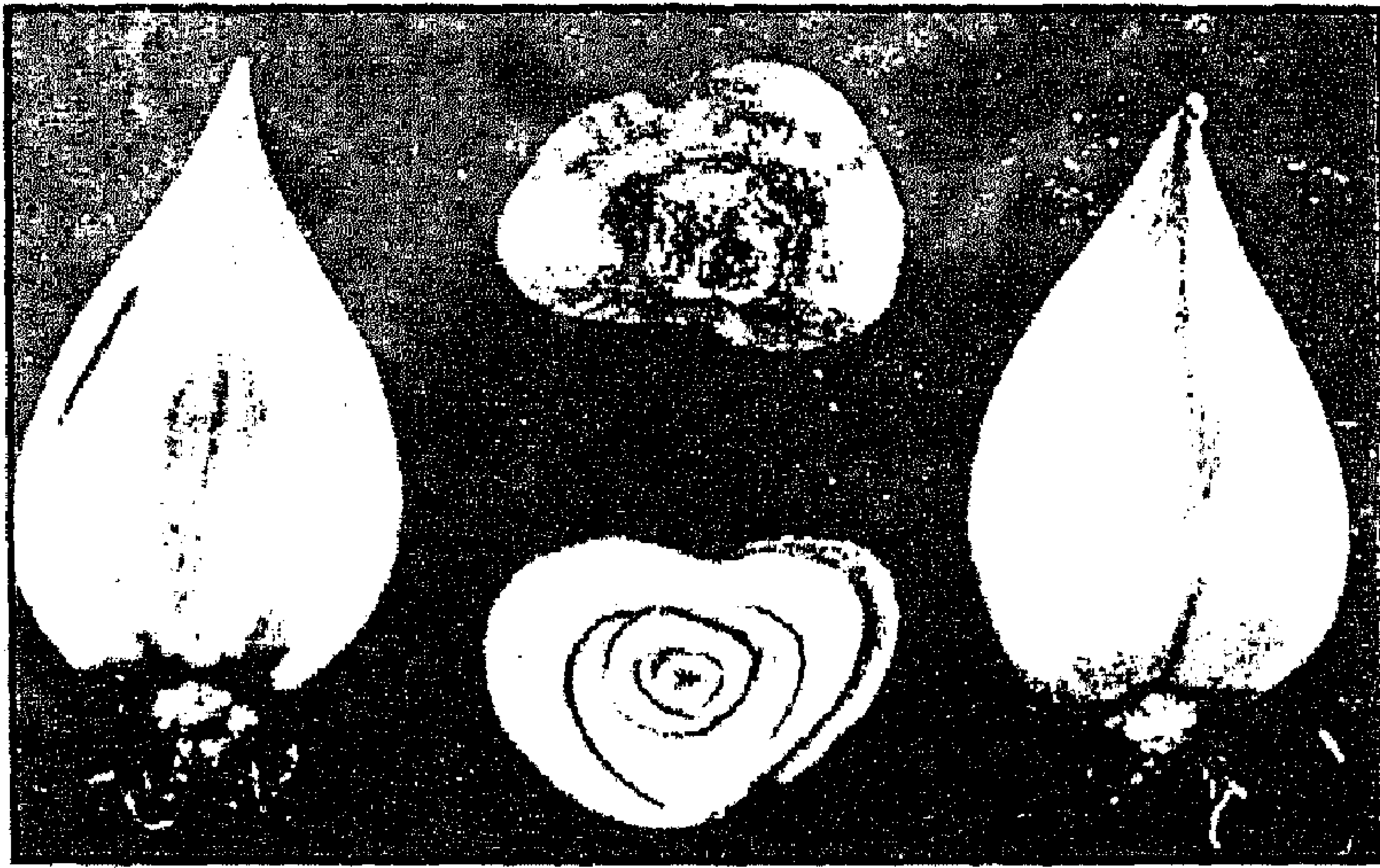
وفى غياب العائل يمكن للنيماتودا أن تحيا على الميسيليوم الفطرى بنجاح وتزداد الإصابة وتسوء فى حالة وجود النيماتودا مع الفطر مع البطاطس.



درنات بطاطس مصابة بنيماتودا الإيصال *D.destructor*
يمين: درنات مصابة يسار: درنات سليمة
شكل رقم (105)



صورة درنة بطاطس مصابة بشدة بنيماتودا درنات البطاطس (نيماتودا عفن البطاطس) *Ditylenchus destructor* ويبدو فى الصورة التقرحات الداخلية والتشققات والعفن البنى اللون وذلك فى منطقة الأبيدرمس



صورة: إبصال سوسن (السوسن الانجليزى) مصابة بنيماتودا السوق والإبصال *Ditylenchus destructor* لاحظ وجود التقرحات فى الأوراق الشحمية
شكل رقم (106)

وتستطيع هذه النيماتودا أن تتحمل غياب العائل 3 سنوات وتمضى فترة الشتاء على هيئة بيض. ويمكن أن تعيش النيماتودا على بقايا العوائل- الحشائش والفطريات وتنتشر هذه النيماتودا عن طريق البطاطس الملوثة الحاملة للمرض.

والحصاد المبكر يساعد على تقليل الإصابة والتعرض للشمس 4-10 يوم والتسميد بـــ سلفات الأمونيوم ونترات الأمونيوم تزيد المحصول ويقلل الخسائر. وكذلك دورة زراعية 3 سنوات من Fallow-corn- bean يقلل الإصابة (جفاف - ذرة - فول).

تنتشر فى الأماكن الباردة فى شمال أمريكا - أجزاء من أوروبا- روسيا - دول البحر المتوسط وجنوب أفريقيا - بنجلاديش - هاواى وتعيش على بعض العوائل والحشائش والفطريات الأخرى وهى تصيب بشدة البطاطس، Iris (السوسن)، التيوليب والجلاديولس. وبعض المحاصيل الجذرية مثل بنجر السكر والجزر والبرسيم الأحمر والأبيض - والمشروم *Agaricus hortensis* .

ويمكنها أن تستمر فى غياب العائل على الحشائش أو الميسيلوم الفطرى فى التربة. وقد تمضى الشتاء على صورة بيض. وهى متطفلات داخلية على الأجزاء أسفل سطح التربة. وتسبب الإصابة فى درنات البطاطس بقع متقرحة بنية الشكل سرعان ما تتحد وتصبح الأنسجة ذات ملمس حبيبى أسفل جلد الدرنة ثم تجف الأنسجة وتنكمش ويصبح جلد الدرنة متشقق ويؤدى كل ذلك إلى دخول الكائنات الثانوية من فطر وبكتيريا وحلم. أما فى iris، tulip تصبح الأجزاء اللحمية رمادية اللون إلى أسود وتصبح الأبصال سوداء الجذور وذات أوراق صفراء.

2- نيماتودا قرون فول السودانى :

The Peanut Pod nematode, *Ditylenchus africanus*:

ظهر هذا المرض فى قشور وبذور الفول السودانى فى جنوب أفريقيا 1987 ويظهر هذا المرض بلون أسود على القرون المصابة أو بلون بنى غامق بين مكان اتصال قرن فول السودانى، Peg. وتصبح البذور والحبوب مختلفة اللون وتظهر خطوط طولية سوداء أو بنية (شكل 107) على أنسجة القرون وتمتد لتغطى مساحات كبيرة منها وتتجعد كذلك البذور ويصبح غطاء البذور رخوا ويمكن أن تنبت قبل تمام نضجها. ويصيب هذا النوع مدى عائلى واسع مثل البرسيم الحجازى, الذرة القطن،

اللوبيا، الفاصوليا، الترمس، البطاطس، البسلة، فول الصويا، عباد الشمس، الدخان، والقمح، وكذلك على الحشائش المنتشرة فى حقول الفول السوداني.



صورة توضح قرون وبذور فول سودانى مصابة بنيماتودا *Ditylenchus africanus*

A- مراحل ابتدائية من الإصابة - لاحظ وجود أنسجة بنية غامقة عند التقاء قاعدة القرون **pod base** مع الـــ **peg**. سهام تصبح البذور ملونة بألوان غامقة مختلفة.

B- مرحله متقدمة من الإصابة - لاحظ وجود شرائط طولية من الأنسجة السوداء أو البنية اللون على جوانب القرون (سهم) ثم تمتد إلى مناطق أخرى كثيرة - تصبح البذور ذات ألوان بنية وتنكمش البذور (سهم) وتصبح البذور رخوة الغلاف الخارجى مميزة بعروق غامقة ويمكن أن تنبت البذور قبل النضج **(Ps)**.

يمكن أن تختلط أعراض إصابة القرون بالنيماتودا مع أعراض الإصابة بالفطر **Chalara elegans**

شكل رقم (107)

ويمكن لهذه النيماتودا أن تعيش على ميسيلوم الفطريات الممرضة مثل:

Aspergillus parasilicus, Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Macrophomina phaseolina, Pencillium spp. Rhizctonia solani, Sclerotium rolfsii and *Arothrobotrys sp.*

الذى يصطاد النيماتودا .

3- نيماتودا السوق على البرسيم الحجازى :

Stem nematode of alfalfa, *Ditylenchus dipsaci:*

وهى من الأمراض النيماتودية الشديدة التأثير على البرسيم الحجازى فى حالة توفر ظروف المطر الثقيل. ويؤدى إلى انتشار هذه النيماتودا قدرتها على البقاء حية فى بقايا النباتات حتى توفر الظروف الملائمة. توفر ماكينات تنظيف البذور ساعد على انتاج بذور سليمة نظيفة مما أدى إلى تقليل انتشارها فى البذور.

ومعظم الأطوار اليرقية تستطيع أحداث الإصابة خصوصاً فى الأنسجة الغضة الرخوة مثل السوق والبراعم – نتيجة الإصابة قواعد السوق المصابة تتضخم swollen وتتلون وتصبح السلاميات قصيرة ومتضخمة ويلائم هذه النيماتودا الظروف الرطبة. اختراق النيماتودا يسبب وجود تقرحات على السوق وتمتد إلى منطقة التاج. وتصبح السوق سوداء اللون وقابلة للكسر. تحتوى أنسجة السوق والبراعم عند فحصها تحت الميكروسكوب على مئات من الأطوار اليرقية للنيماتودا (شكل 108).

عند زيادة نسبة الإصابة وشدتها تهاجر النيماتودا إلى أنسجة الأوراق مسببة التواء الأوراق وتشوهها وتسبب ظهوراً ما يمسى بال (White flagging) أى الأعلام البيضاء (شكل 109) بعد القطفة الأولى للمجموع الخضرى يكون المجموع الخضرى التالى خالياً من اللون الأخضر ويصبح لونه أبيض الأوراق. ارتفاع الحرارة يحد من هذا المرض. انتشار هذه النيماتودا عن طريق ماء الرى وأيضاً بالممارسات الزراعية مثل الحش، Raking Mowing.

ويناسب هذه النيماتودا درجات الحرارة المنخفضة 15-20°م ورطوبة مرتفعة توفر الإصابة لفترة 3-5 سنة بنسبة تقلل بشدة من أعداد النباتات.

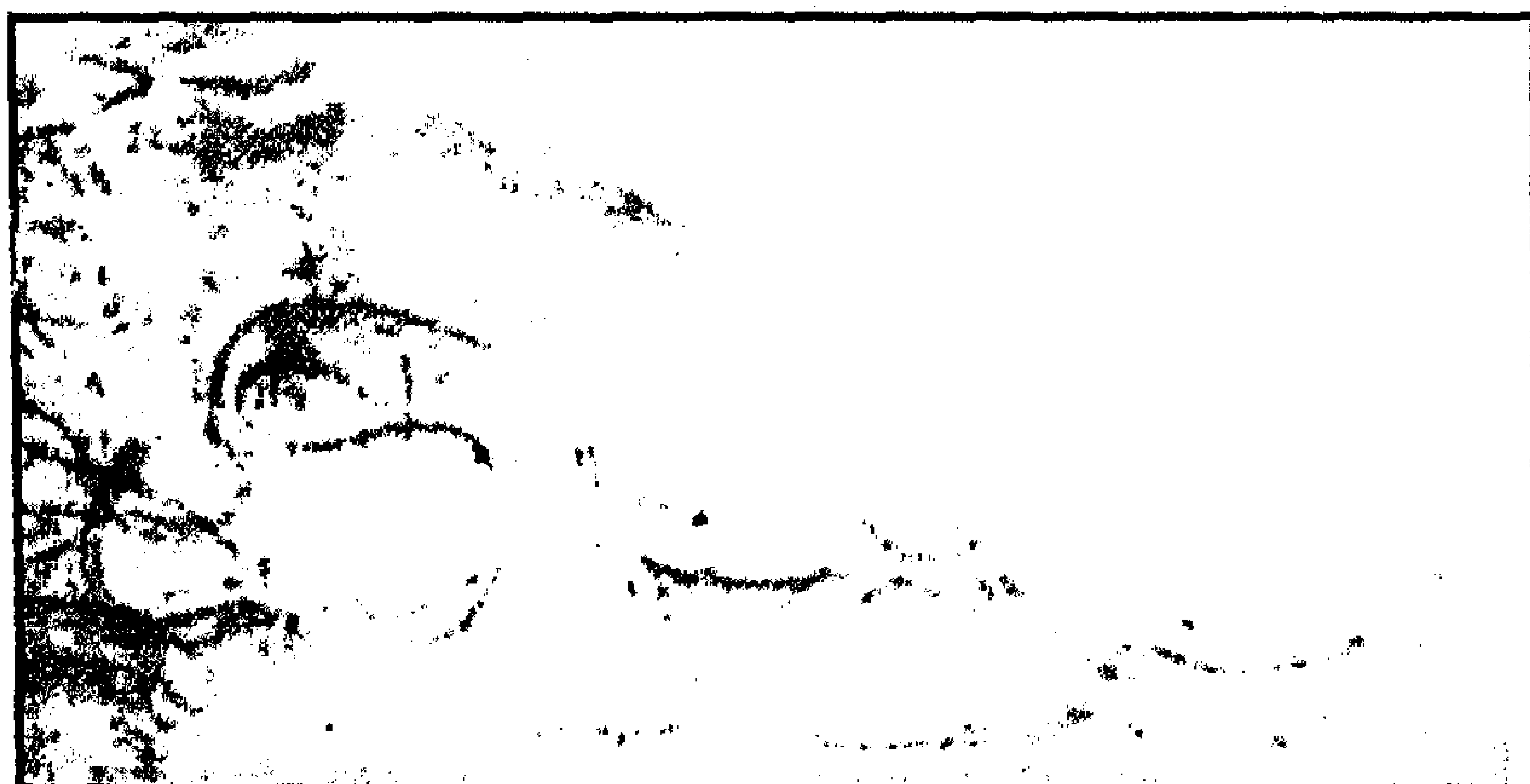
- ملاحظات على دورة الحياة:

السلالة المرضية الخاصة بالبرسيم الحجازى متخصصة عليها ولا تنتقل إلى عوائل أخرى وتزداد أعداد الأطوار اليرقية فى الربيع والخريف ولكن يمكن أن توجد

فى بقية المواسم ويوضح البيض فى أنسجة النبات المصابة - الطور قبل البلوغ Preadult هو أكثر الأطوار المعدية infective stage ويمكن أن يتحمل الجفاف لفترة طويلة. ويمكن أن تكتمل دورة الحياة فى 19-23 يوم.



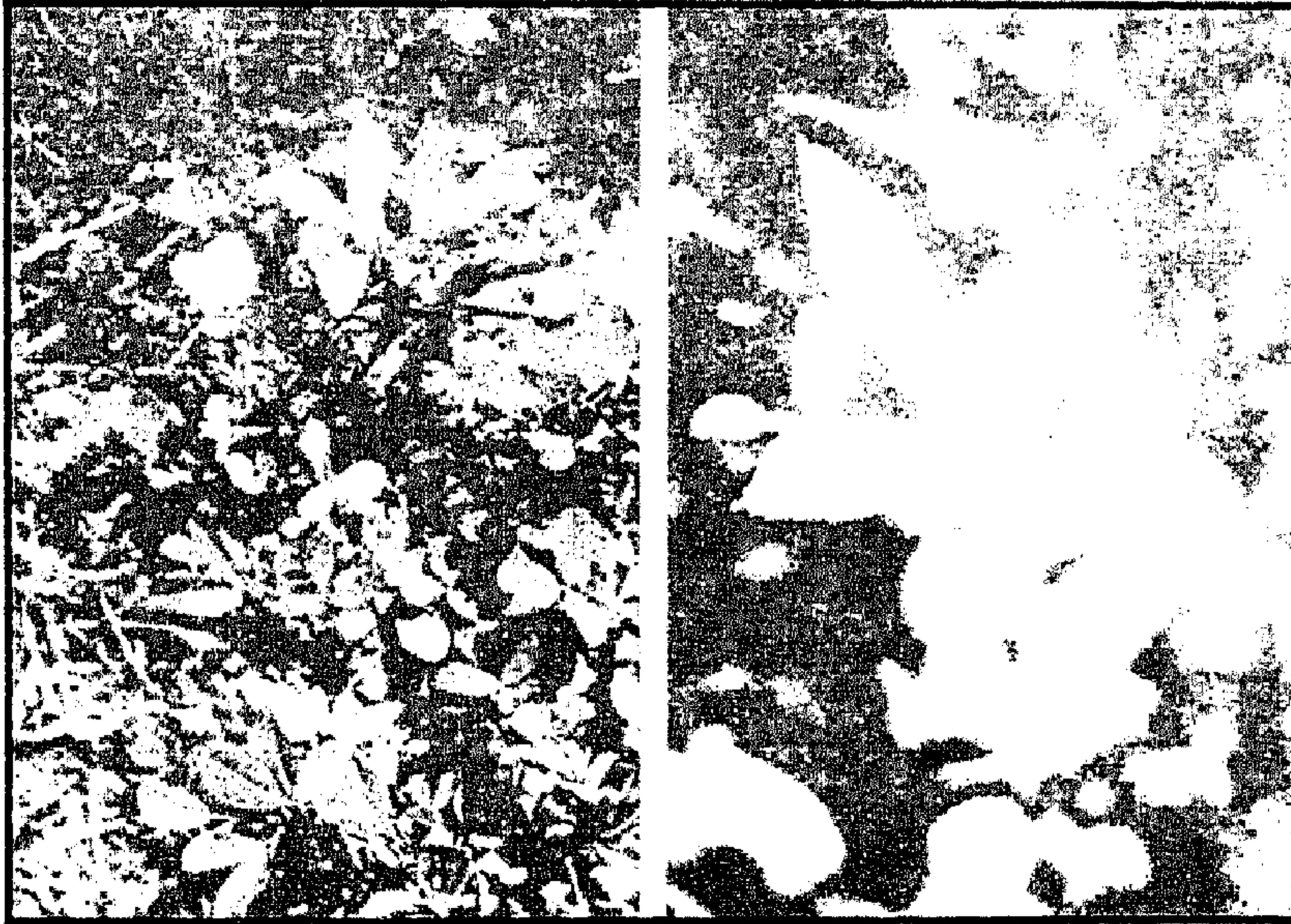
الوسط: نباتات برسيم حجازى مصابة بالنيماتودا - لاحظ تقزم النباتات وانتفاخ السوق نتيجة نيماتودا السوق (يمين). يسار: نباتات سليمة.



سوق نباتات البرسيم الحجازى مصبوغة توضح النيماتودا الداخلية.
شكل رقم (108)



حقل برسيم حجازى يظهر أعراض الاصابة بنيماتودا السوق لاحظ غياب النباتات وأصفرارها



شمال: أعراض الأصابة بنيماتودا السوق فى الحقل.
يمين: صورة مقربة لإعراض الأصابة فى الحقل .
العرض المرضى **white flagging symptoms** .
شكل رقم (109)

ويمكن للأطوار قبل البالغة أن تمضى فترة الشتاء فى التربة وفى بقايا النباتات وفى منطقة التاج. فى موسم الربيع يكون غشاء الماء هو المساعد على حركة النيماتودا وإصابتها للبراعم. تؤثر الحرارة العالية – الجفاف – الرياح على هذه النيماتودا.

إدارة الآفة: الأصناف المقاومة هى أحسن السبل لمكافحة هذه النيماتودا. تطبيق دورات زراعية تحتوى على الحبوب – الفول – بنجر السكر يمكن أن يقلل من الإصابة. وتلعب الأصناف القابلة للإصابة دوراً فى إعادة الإصابة– كذلك ماكينات الزراعة والحصاد ومياه الرى واستخدام المياه المستعملة.

الجفاف لا يساعد فى المكافحة نظراً لتواجد النيماتودا (أطوار قبل البلوغ) فى البقايا وتحملها للظروف السيئة لعدة شهور.

4– نيماتودا السوق على البطاطس Potato stem nematodes,:

Ditylenchus destructor and Ditylenchus dipsaci :

وفيه الدرنات المصابة بهذه النيماتودا تظهر تشققات رمادية على الدرنات والأنسجة المصابة تبين مناطق بيضاء متحللة وقد تزداد هذه المناطق وتتداخل مع بعضها لتكبر فى المساحة. وتصبح طرية الملمس وتصبح معرضة للإصابة ببقية الكائنات الدقيقة من فطر وبكتيريا.

ويمكن لـ *D.dipsaci* أن تصيب الأجزاء الخضرية فوق سطح التربة بينما *D.destructor* تصيب الأجزاء تحت سطح التربة. جميع أطوارها يمكن أن توجد فى أنسجة العائل أو التربة المحيطة. وتتحرك بحرية فى التربة والأنسجة مما يجعلها نيماتودا داخلية التطفل مهاجرة ومتحركة.

وتبدأ دورة حياة نيماتودا *D.destructor* عندما تدخل النيماتودا درنات البطاطس الصغيرة خلال العيون التى عليها. ويمكن للنيماتودا أن تعيش فى التربة على الفطريات والحشائش. والأجزاء المصابة مصدر خطير للتلوث والانتشار. وتبدأ النيماتودا فى التغذية على الأنسجة أسفل الجلد الخارجى للدرنة وتبد بعض البقع والقرح فى أماكن

التغذية – تستمر اليرقات فى التغذية على أنسجة الدرنة حتى تكتمل دورة حياتها ويمكن أن تستمر فى النمو على أنسجة الدرنة حتى وهى مخزنة وتصاب أيضاً فى نفس الوقت بالفطريات والبكتيريا. وتعتبر الرطوبة عامل محدد لها. ويمكن للنيماتودا أن تحيا فترة داخل الدرنات على شكل بيض.

أما فى *D.dipsaci* التى تهاجم السوق والأوراق وهى تهاجمهم خلال الجو الرطب ويمكنها مهاجمة السوق عن طريق إفرازاتها الإنزيمية وتذيب الصفائح الوسطى بين الخلايا وتنتقل النيماتودا بداخل الأنسجة للسوق والأوراق وتتطور وتتكاثر بسرعة ويصبح النبات متقزما ومشوها. كذلك يمكن أن تصيب الدرنات فى التربة.

والإصابة الشديدة للسوق تكون فى الجزء السفلى منه. ويمكن أن تمضى الشتاء على صورة Pre adult stage مرحلة ما قبل البلوغ والبعض يمكن أن يتواجد فى النباتات الجافة فى حالة سكون حتى توافر الظروف الملائمة.

– الأعراض المصاحبة والتلف والضرر :

تظهر الإصابة فى *D.destructor* على الدرنات المصابة وهى بقع بيضاء أسفل جلد الدرنة عند تقشيرها وهى من الأعراض الأولى للإصابة. ثم تظهر بعض الحبيبات وتصبح الأنسجة المصابة جافة ثم تأخذ فى اللون الداكن بتقدم الإصابة (رمادى ثم بنى غامق) أو أسود نتيجة نمو الكائنات الدقيقة الثانوية المصاحبة. والنيماتودا نادراً ما توجد فى البقع السوداء. ولكن توجد فى البقع البيضاء. الجلد فى الدرنة لايصاب ولكن يصبح رقيقاً كالورقة ومتشقق وتنكمش الأنسجة وتجف.

أمـــا فـــى *D.dipsaci* التقـــرحات تتعمق داخلياً فى أنسجة الدرنة بعكس *D.destructor* التى توجد فيها القرح سطحية فى *D.dipsaci*. تصبح أنسجة الدرنة أسفنجية وصفراء اللون إلى بنية. النيماتودا *D.dipsaci* تصيب الأجزاء التى فوق سطح التربة مسببة تقزم النباتات وازدياد سمك السوق وتشوه الأوراق بدون أعراض على الدرنات.

وتفتح النيماتودا بنوعياً الطريق إلى بكتيريا التعفن Bacterial soft rot التى تؤدى فى النهاية إلى تدمير الدرنات نهائياً. *D.destructor* لا تتحمل الجفاف والحرارة.

- Ditylenchus angustus on Rice على نباتات الأرز :

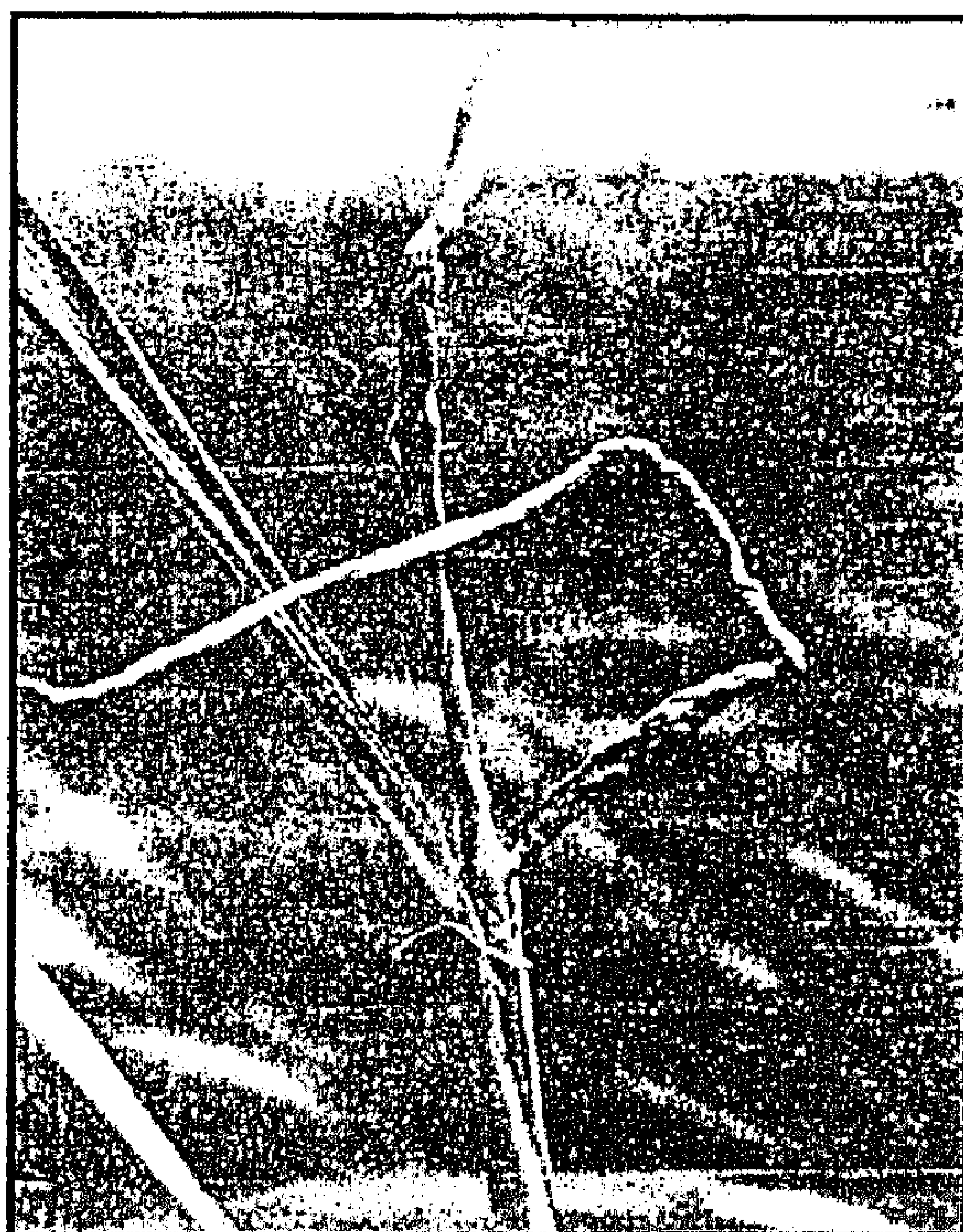
طفيل خارجى على المجموع الخضرى لنباتات الأرز وبعض الحشائش ويحتاج إلى رطوبة نسبته حوالى 75% أو أكثر كى يستطيع الحركة على أسطح النباتات. وتتواجد هذه النيماتودا فى مزارع الأرز العميقة المياه وفى دلتا الأنهار (كما فى بنجلادش والهند) وكذلك فى فيتنام وبورما ودلتا نهر النيل وماليزيا وجنوب تايلاند والفلبين ومدغشقر. وهذه النيماتودا تنتشر انتشاراً واسعاً فى العالم.

نتيجة الإصابة بالنيماتودا تصبح أنسجة المجموع الخضرى ملتوية ومشوهه وذات بقع بيضاء ثم تتحول إلى اللون البنى فى النهاية عند قاعدة الأوراق والحبوب تصبح منكمشة (شكل 110، 111).

والنيماتودا حساسة للظروف البيئية - وتتواجد النيماتودا فى السنين ذات الرطوبة العالية والأرضى ذات المستوى الماء الأرض المرتفع ومع ذلك فإن النيماتودا لاتستطيع البقاء حية فى وجود الماء المغمور لمدة طويلة.



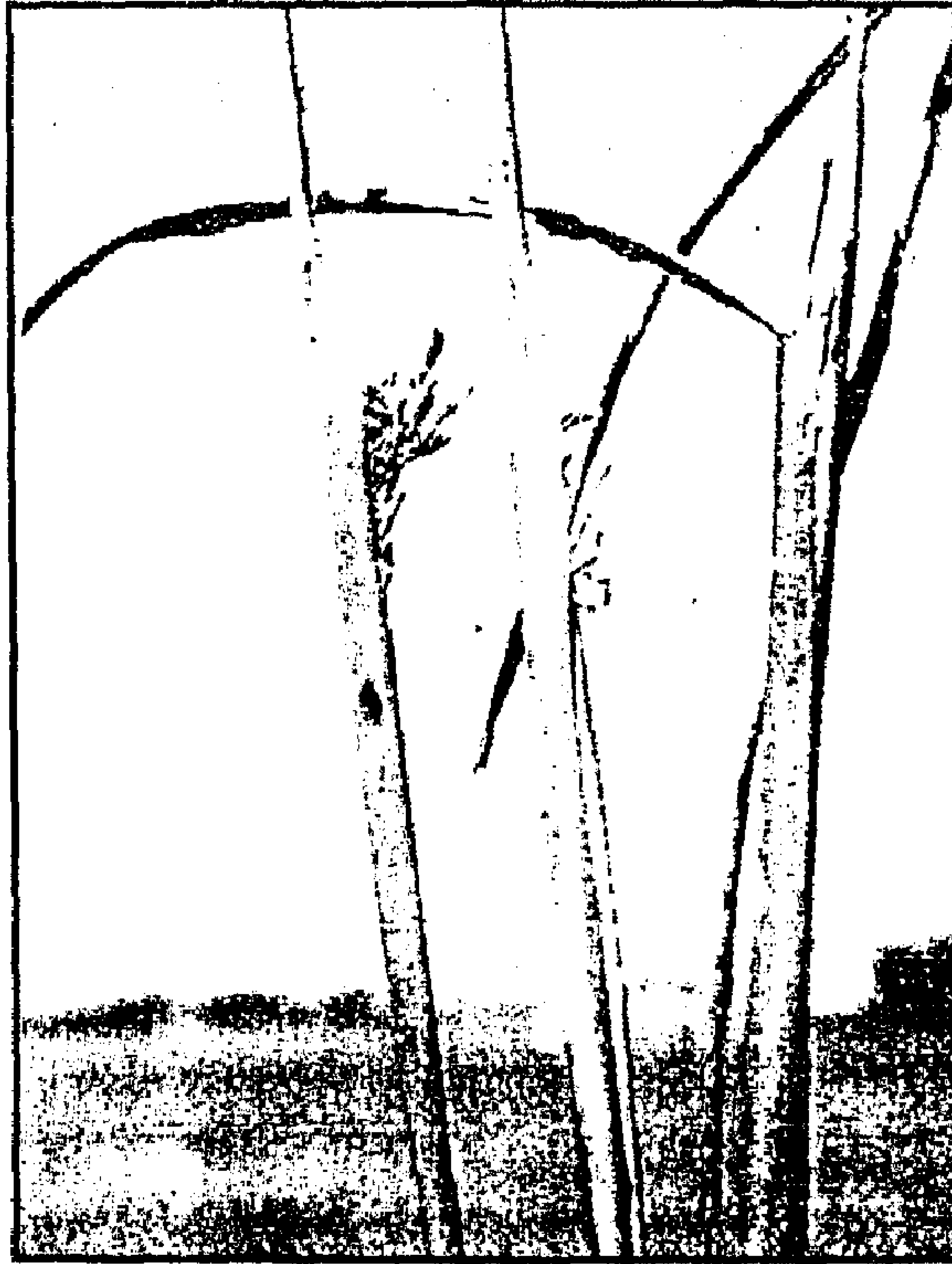
صورة تظهر بقع بيضاء على قواعد أوراق نبات الأرز بسبب نيماتودا
Ditylenchus angustus



التفاف وتشوه الأوراق بسبب نيماتودا *Ditylenchus angustus*
شكل رقم (110)



التفاف وتشوه النورات المركبة وورقة العلم لنبات الأرز بسبب نيماتودا
Ditylenchus angustus



خروج جزئى للنورات المركبة لنبات الأرز بسبب نيماتودا *Ditylenchus angustus*

شكل رقم (111)

ذ ذ يجة الإصا بة قد تصل ذ سـ بة الـ فـقد في المحصول إلى 100% % وتبلغ المساحة المصابة في بنجلادش 200.000 هكتار وفي فيتنام حوالى 100.000. وللنيماتودا ثلاثة أجيال والشتلات المصابة هي المسبب الأول للتلوث. في نهاية موسم الأرز
تصبح النيماتودا في حالة جفاف ومقاومة للظروف وملتوية على نفسها وتسمى Nematode wool على المجموع الخضرى. كما تشكل الحبوب المصابة دوراً هاماً في عملية التلوث ونقل المخلفات من حقل لآخر والطور اليرقى الرابع هو الطور القابل للبقاء حياً بين زراعات الأرز.

نيماتودا الأوراق Foliar nematodes, *Aphelenchoides spp.*

منتشرة في جميع بلدان العالم (أمريكا- أوروبا – أسيا – أمريكا الجنوبية – أفريقيا – استراليا) بعض الأنواع متطفلات والبعض الآخر يتغذى على الفطريات التي في التربة أو المصاحبة للجذور المتعفنة والمتحللة.

ويعتبر هذا الجنس ذو أهمية اقتصادية على الفراولة، والأرز وبعض نباتات الزينة. *A.fragari* على الفراولة، *A. besseyi* القمة البيضاء على الأرز، *A.ritzemabosi* على الكريزانثيمم. وهناك أكثر من 60 نوع من هذا الجنس عالمياً.

وتعتبر متطفلات داخلية متحركة. والطور المعدى جميع الأطوار اليرقية والبالغة. مناطق الإصابة والعدوى (الثغور في الأوراق، السيقان وأسطحها والبراعم). وقد تتغذى خارجياً على البراعم في المراحل الأولى للإصابة) (شكل 112).

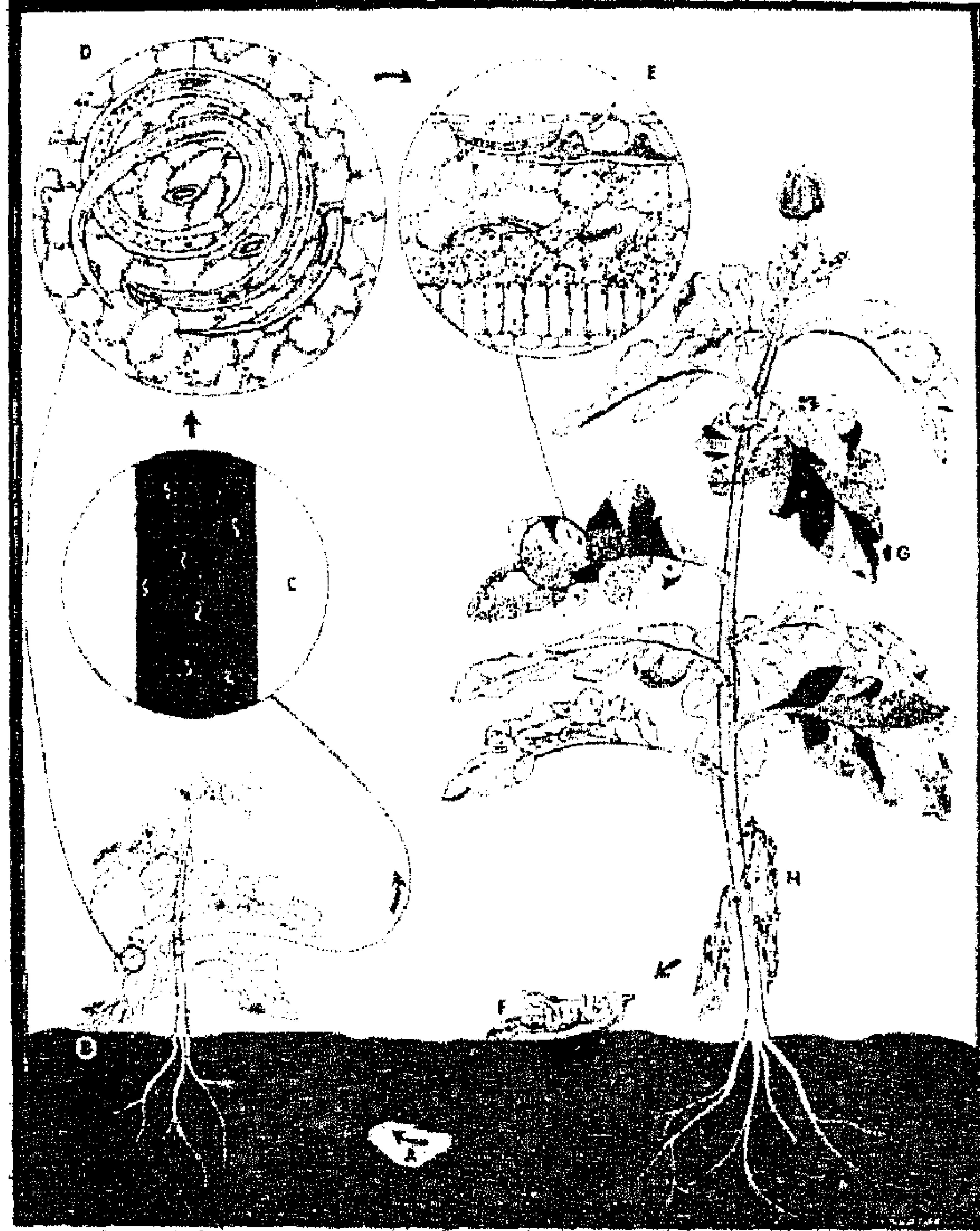
والإفرازات التي تفرز من النيماتودا تحتوى على مركبات فينولية تسبب اللون البني في التقرحات المتكونة وفي الأنسجة الميتة. تظهر بقع بنية على الأوراق وتتكون أزهار صغيرة الحجم نتيجة الإصابة. تدخل هذه النيماتودا مع بعض الكائنات الدقيقة في أحداث أمراض مركبة مثل:

Aphelenchoides + Corynebacterium + phytophthora spp.

- مرض القمة البيضاء فى الأرز :

Aphelenchoides besseyi syn. Aphelenchoides oryzae :

أهم عائل لها هو الأرز وتسبب مرض القمة البيضاء White tip وتسبب خسائر عالية فى اليابان وأجزاء من أمريكا والهند وباكستان واندونيسيا وتايوان وإيطاليا والمجر وكوبا والسلفادور ودول وسط وغرب أفريقيا (شكل 113).



رسم توضيحى يبين مراحل وأطوار الإصابة بنيماتودا الأوراق

A- النيماتودا تهاجر من التربة إلى النباتات الصغيرة السن.

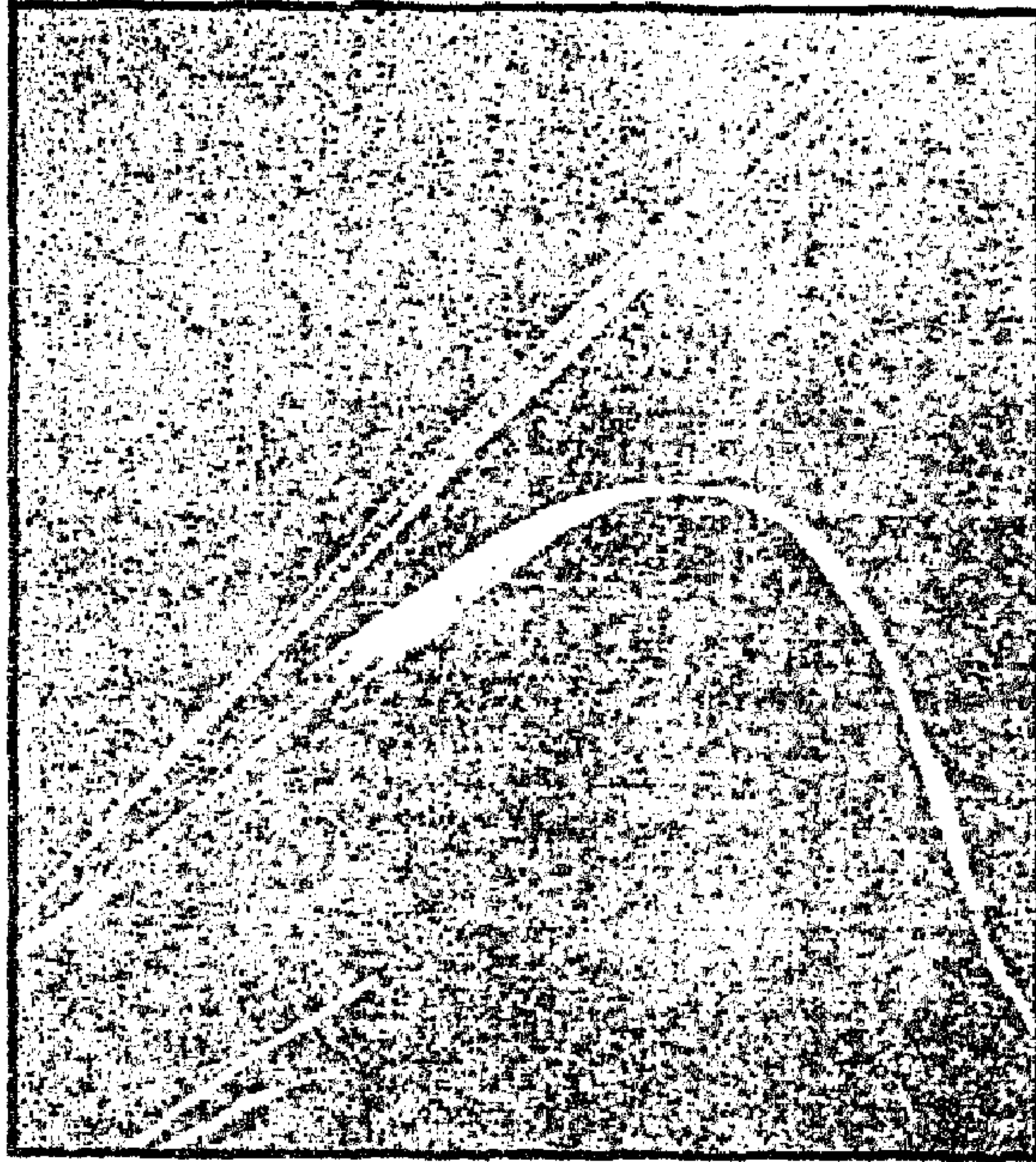
B- النيماتودا تخترق الأوراق الملامسة للتربة المصابة. C- تتحرك النيماتودا خلال السوق.

D- تدخل النيماتودا إلى الفتحات التنفسية للأوراق. E- تهاجر النيماتودا فى الأوراق.

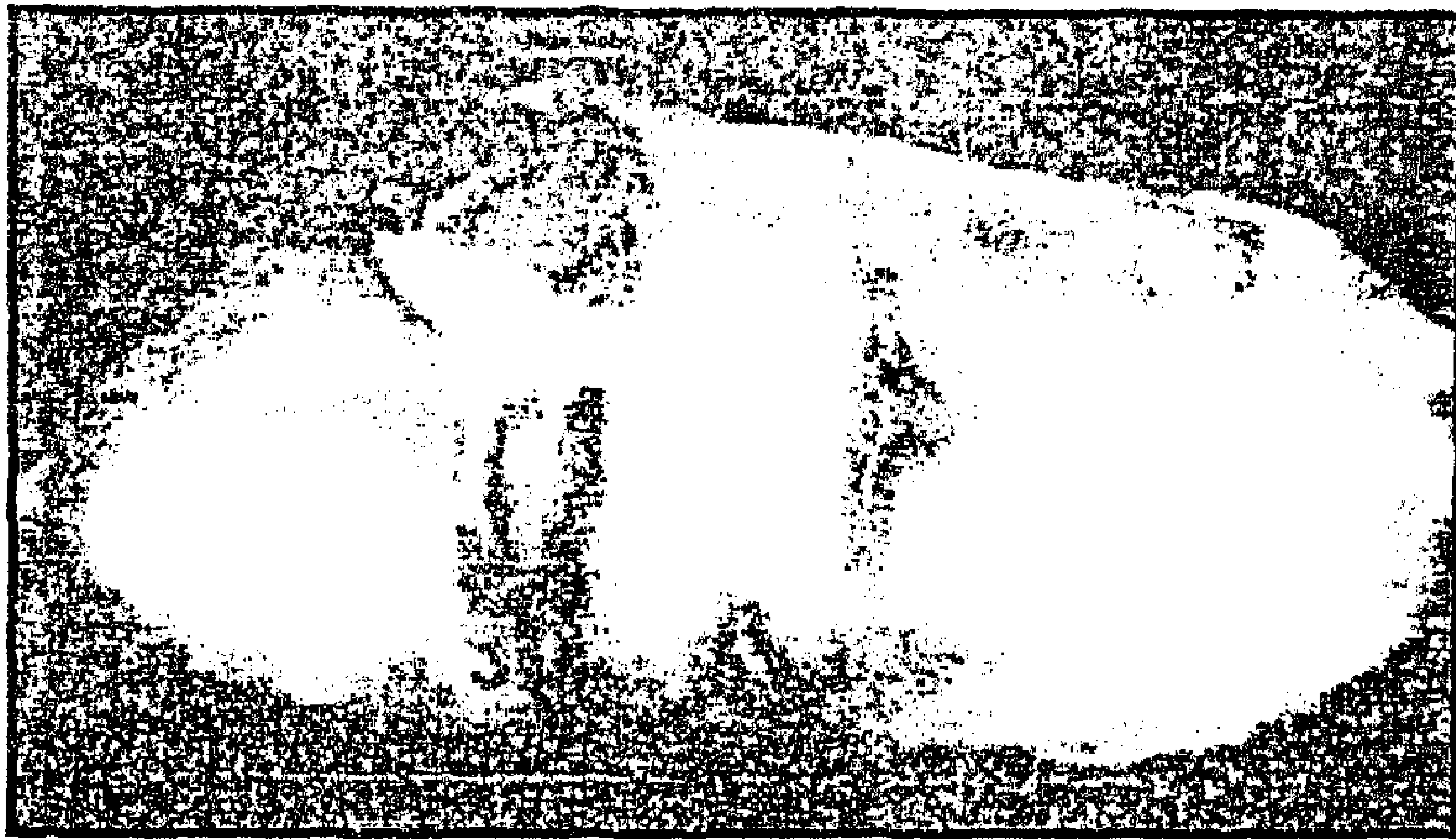
F- تهاجر النيماتودا إلى التربة من الأوراق المصابة. G- أعراض الإصابة على الأوراق.

H- موت الأوراق نتيجة الإصابة بالنيماتودا. D,C - يلاحظ تناسب حجم النيماتودا مع أجزاء النبات.

شكل رقم (112)



أعراض مرض القمة البيضاء على أوراق الأرز المتسبب عن ***A.besseyi***



تقرحات على إندوسبرم حبة أرز نتيجة الإصابة بنيماتودا *A.besseyi*

شكل رقم (113)

كما تسبب مرض التقزم الصيفى summer dwarf فى الشليك أو الفراولة وتصيب أيضاً نباتات الكريزانثيمم ونباتات الفيكس *Ficus elastica*.

تستطيع هذه النيماتودا أن تتحمل الجفاف ويمكن أن توجد فى حالة سكون أسفل قشرة حبوب الأرز hulls of rice grains ويمكن أن تبقى حية لمدة 2-3 سنة فى الحبوب الجافة.

وتعتبر متطفلات خارجية عند التغذية فى حالات معينة ومتطفلات داخلية فى إصابات أخرى وأكثر الأنواع انتشاراً هى: *Aphelenchoides ritzemabosi* حيث تصيب أكثر من 160 نوع نباتى تنتمى إلى 40 عائلة نباتية أو أكثر وتعتبر الرطوبة الكافية من العوامل الهامة التى تساعد على انتشار هذه النيماتودا.

ويعتبر النوع السابق على الكريزانثيمم Chrysanthemums متطفلات داخلية وفى حالة توفر الرطوبة الهوائية الكافية يمكن أن تكون متطفلات خارجية.

- نيماتودا الأوراق على الكريزانثيمم *A.ritzemabosi* on chrysanthemum:

تصيب النباتات عن طريق التربة عندما تكون النباتات مبللة بالندى صباحاً أو الأمطار أو بماء الرى وتسبح إلى السوق أو الأوراق الملامسة للتربة. ويمكن للأوراق المصابة أن تنتقل منها النيماتودا إلى أوراق سليمة. ويمكن أن تكون هناك عقل من الكريزانثيمم مصابة بالنيماتودا. وتستطيع النيماتودا أن تسبح 6 بوصة إلى الساق علوياً فى الليل. تستطيع النيماتودا أن تدخل من ثغور الأوراق فى 3-4 ثانية بعد أن يجف الماء وفيلم الماء من على الأوراق بعد تبخرها. وتتغذى النيماتودا البالغة داخل الأوراق على البارنشيما وخلايا palisade ويوضع البيض بعد يومين وتضع الأنثى 2 بيضة كل يوم. ويوضع البيض فى مجموعات Egg clusters من 25-30بيضة. وتتطور اليرقات إلى إناث فى 7-10يوم. وتأخذ دورة الحياة من 10-13يوم. وتضع الأنثى البيض بعد 1-2 من البلوغ.

ويزداد إعداد النيماتودا فى الأوراق وبعد الرى أو الأمطار تهاجر النيماتودا أو تعوم على سطح الأوراق ثم تسقط عن طريق المياه إلى التربة (Dropping off) المياه التى تنقط من الأوراق أو نقط الأوراق المصابة على التربة. وتستطيع الإناث

البالغة والأطوار المتأخرة أن تقاوم فعل الظروف المعاكسة ولكن اليرقات الصغيرة السن والذكور لا تستطيع تحمل الظروف المعاكسة.

وتستطيع النيماتودا أن تعيش فى الأوراق الجافة من 20-25 شهر بينما تعيش من 1-2 شهر فى التربة - البيض يعيش فى البراعم. وتبدو الأوراق المصابة بالقرب من الأماكن التى بها النيماتودا ذات لون بنى وبزيادة اللون البنى يختفى الكلوروبلاست Chloroplast ويصل اللون البنى إلى الأبيدرمس epidermis؛ الميزوفيل mesophyll الذى سرعان ما يتمزق وتتكسر جدر الخلايا وتظهر مسافات وفراغات بين الميزوفيل. وفى النهاية يتكسر الابيدرمس وتتكمش الأوراق.

بعد غزو النيماتودا للأوراق تصبح الأوراق مختلفة ومتغيرة اللون discolored وتظهر بقع بنية خضراء ثم تكبر وتتحد حتى العروق. البقع المصاحبة تسود وتكبر ثم تسقط الأوراق السفلى وتتحول إلى اللون البنى المسود وتبدأ الأوراق فى السقوط من أسفل إلى أعلى، المجموع الخضرى يتحول إلى اللون البنى ثم يموت. وتظهر على السيقان ندبات بنية Brown scars على شكل السلم.

-نيماتودا الأوراق على الفراولة:

Foliar nematode, *Aphelenchoides fragariae* :

لها مدى عائلى واسع 250 نبات من 47 عائلة. خارجية داخلية التطفل. وتسبب بقع بنية على الأوراق. وتتغذى على الأوراق الصغيرة لنبات الفيوليت والبراعم وتسبب انكماشها وتشوهها وقد تسقط الأوراق وتصبح المسافات بين العقد nodes قصيرة وتصبح السوق عارية وتصيب الفراولة بشدة.

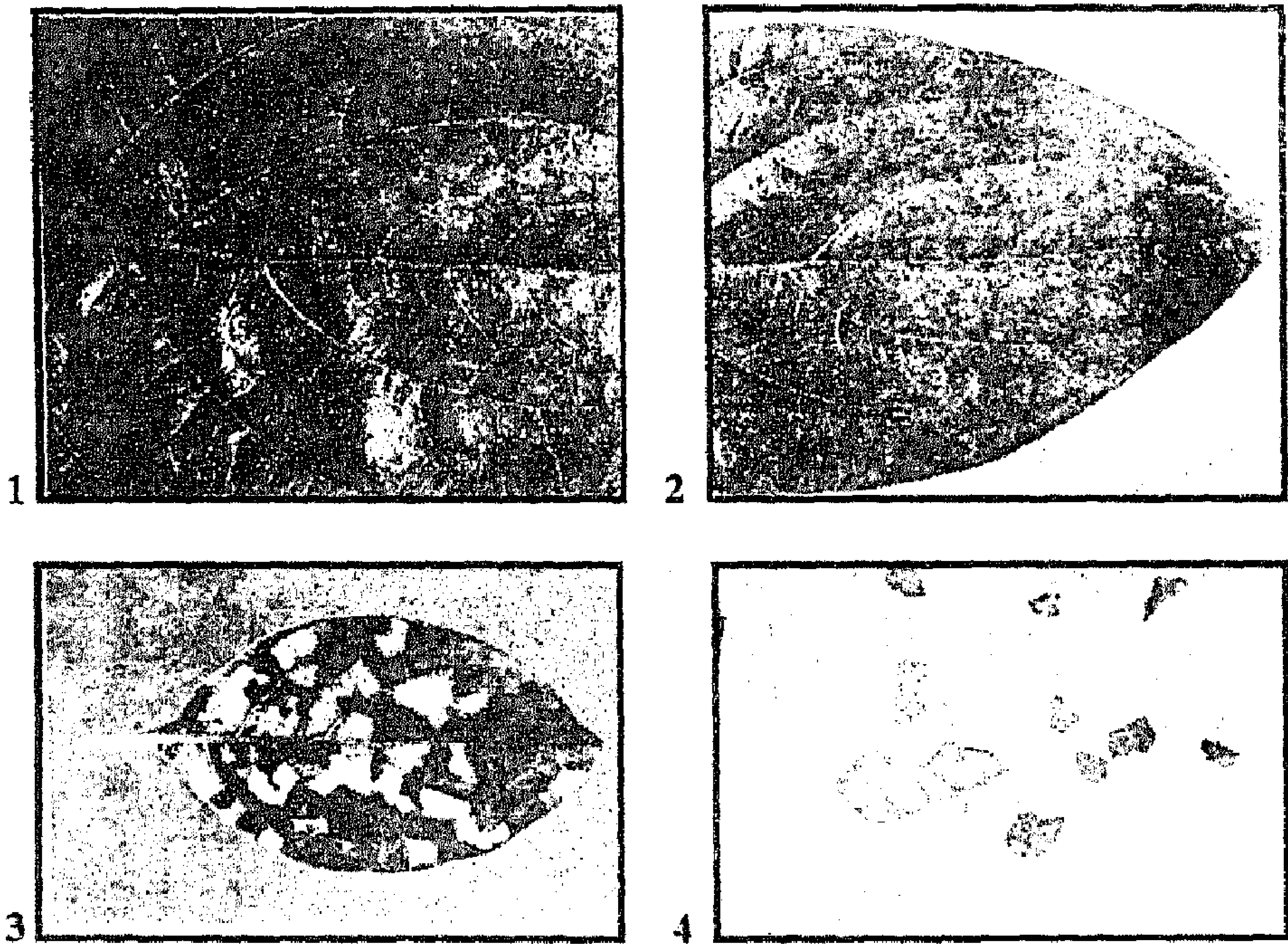
- هناك نوعان:

1-نوع يصيب نباتات الفراولة فى الربيع ويتسبب عن *Aphelenchoides fragariae* (شكل 114).

2- نوع يبدأ الإصابة فى أول الصيف الحار *Aphelenchoides besseyi*.

ويصبح شديد الوطأة عند نزول الأمطار من يونيو – سبتمبر. وعند بدأ البرودة الجوية تنخفض الأعداد. النباتات الصغيرة تصبح متقزمة وتأخذ مظهر العنكبوت. وتصبح الأوراق ذات مظهر crimped وملتوية Twisted ومتجعدة crinkled ويصبح لونها أخضر زيادة عن المعتاد. وتظهر مناطق حمراء عند حواف الأوراق والعروق. وقد تصفر الأوراق. وتصبح هشة brittle. أطراف وقمم الأوراق الصغيرة للنباتات الكبيرة تجف وتتحول للون البنى وقد تموت البراعم فى النهاية.

تصل نسبة الفقد فى المحصول فى الإصابات العالية إلى 75% فى بعض لحقول وتنخفض الصفات والناتج العام للمحصول. تتغذى النيماتودا خارجياً على البراعم. ويمكنها أن تحيا لفترة فى التربة والبراعم وفى التربة تعيش لفترة طويلة على الفطريات فى غياب الفراولة. الأجزاء المصابة – التربة المصابة – مياه الأمطار من وسائل انتشارها.



1- مناطق زاوية فى الأوراق نتيجة الإصابة بالنيماتودا *A.fragariae* أسبوعين بعد الإصابة.
2- مناطق متقرحة بسبب النيماتودا. **3- اصابة شديدة بالنيماتودا .**
4- (8-10) أسابيع بعد الإصابة تصبح المناطق المتقرحة ذات لون بنى.

شكل رقم (114)

- نيماتودا الأوراق على الفيكس:

Foliar nematode infection to *Ficus elastica* :

أو الفيكس ديكورا Décor. تستعمل فى تجميل وديكور الأماكن المختلفة داخل وخارج المنازل – تصاب بإحدى أنواع هذه النيماتودا وتسبب تحول الأوراق إلى اللون البنى أو ظهور شرائط على الأوراق نتيجة الإصابة. وهناك ثلاثة أنواع تصيب الفيكس ديكوراً. *A. fragariae , A. ritzema-bosi and A. besseyi*.

وتصاب هذه النباتات بشدة فى المشاتل حيث درجات الرطوبة المرتفعة. يظهر تحت سطح الأوراق بقع بنية ضعيفة مربعة الشكل. فى خلال عدة أيام تكون السطح العلوى والسفلى للورقة قد أصيبا وتتحول المناطق المصابة إلى اللون البنى الغامق وقد تغطى الورقة كلها باللون البنى وتقرحاته قبل سقوط الورقة وتصبح عديمة التسويق وتنتشر هذه النيماتودا بانتقالها من الأجزاء المصابة إلى الأجزاء السليمة. وتنتقل بالأمطار ومياه الرى وحركة المياه، وعن طريق بعض الحشائش (شكل 115).

- نيماتودا الأوراق على نباتات البيجونيا :

A disease of Begonia caused by foliar nematode, *Aphelenchoides fragariae:*

تسبب مشاكل كثيرة لزراعات ومزارعى البيجونيا. تصيب كثير من العائلات النباتية منها: Fam : Begoniaceae, Fam: Liliaceae and Fam: Primulaceae

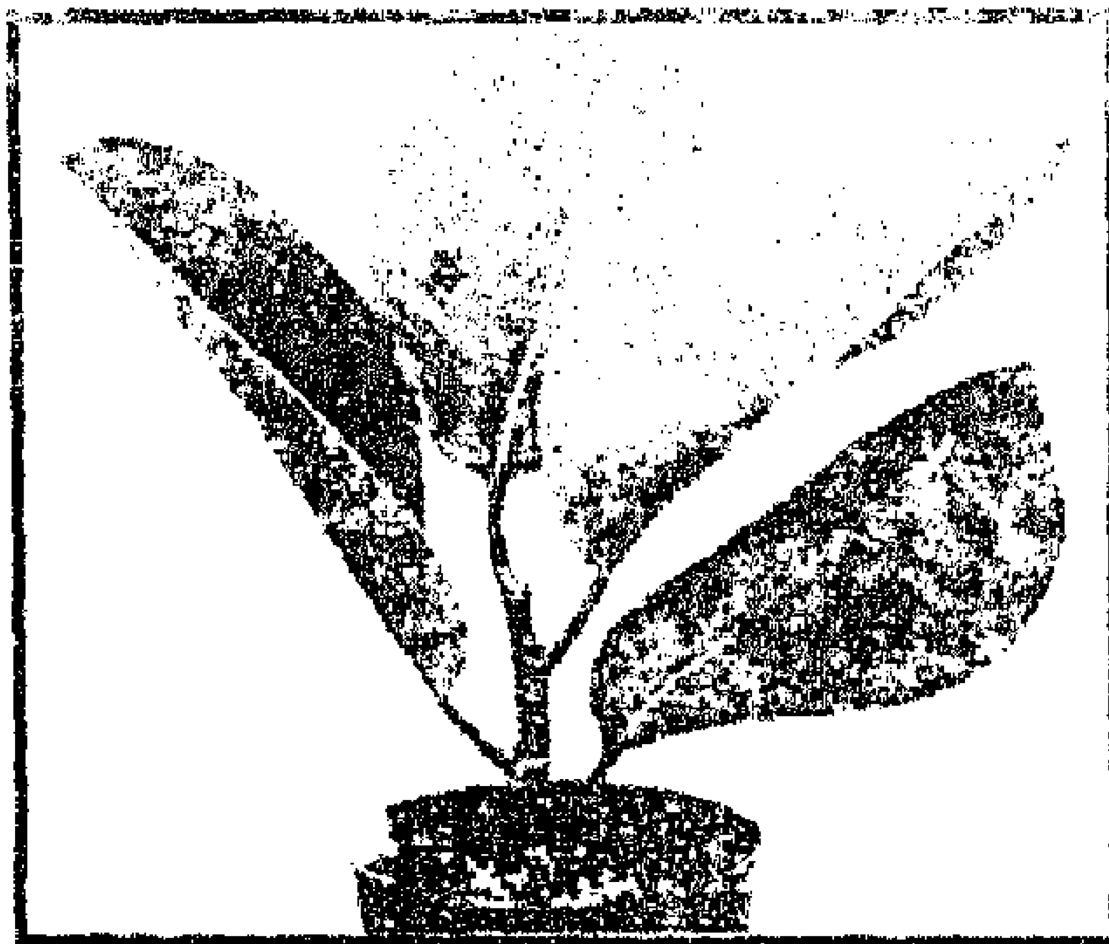
وتبدو أهمية هذه النيماتودا إذا عرف أن للبيجونيا أكثر من 1000 نوع وهناك أكثر من 200 نوع تنمو تجارياً فى الولايات المتحدة ومعظمها قابل للإصابة بهذه النيماتودا وتأخذ الأعراض لون أحمر وتظهر تقرحات بامتداد العروق وتبدأ عند الحواف وتصبح الورقة كلها متقرحة وجافة ولكن تبقى معلقة لفترة من 2–3 أسبوع. تستطيع النيماتودا الحياة لمدة 11 أسبوع. تساعد الرطوبة على انتقال وحركة النيماتودا من داخل أنسجة الورقة إلى سطحها. يمكن لها أن تخترق الأوراق – السوق (من خلال الثغور) أو الجروح الطبيعية ويمكن أن تنتقل من خلال الجهاز الوعائى للسوق والأوراق. وتضع الأنثى من 24–43 بيضة ويظهر الإنسلاخ الأول داخل البيضة.

يخرج الطور اليرقى الثانى بعد أربعة أيام. يمكن للأطوار 2، 3، 4، الأطوار البالغة أن تتغذى داخلياً على أنسجة الميزوفيل الأسفنجية. يأخذ الجيل من 10-12 يوم على درجة 17-24°م.

وهناك أنواع أخرى تصيب أبصال النرجس بأضرار جسيمة مثل النوع *Aphelenchoides subtenuis* وتسبب الإصابة العالية بعد 4-5 شهور إلى ابتداء ظهور أعراض الجفاف والتقرح على المجموع الخضرى ونتيجة ذلك إنتاج إبصال منكمشة وغير صالحة للاستخدام. (شكل 116).



نبات *ficus elastica* ديكورا أوراق مصابة بالنيماتودا *A.fragariae* وتظهر خطوط بنية وأصفرار.





نباتات فيكس الديكور مصابه بنيماتودا *A.fragariae* .
يسار: لاحظ التخطيط الواضح للأوراق المصابة. يمين: زيادة الأصابة بزيادة عمر الأصابة.
شكل رقم (115)



نوحة تبين أصابة جذور أبصال النرجس بالنيماتودا *Aphelenchoides subtenuis*

B-A. 6-8 أسابيع بعد اختراق النيماتودا ويلاحظ انتشار بيض النيماتودا فى الخلايا البارنشيمية للجذور ولكن لاتوجد اعراض ظاهرة على المجموع الحضرى أو الجذور.

C- 4 شهر بعد الاحتراق - ازدياد نسبة فقس البيض وابتداء تغذية اليرقات على الخلايا البارنشيمية .

E-D- 5 شهر بعد الاحتراق من الربيع وابتداء ظهور اعراض على المجموع الخضرى الذى يصبح جافا ومتقرحا ثم يعقبة انكماش فى الابصال.

C- ابصال غير مصابة.

N - ابصال مصابة بالنيماتودا.

شكل رقم (116)

– نيماتودا الأوراق على الفول السودانى:

Aphelenchoides arachides on peanuts :

تصاب نباتات الفول السودانى *Arachis hypogaea* بهذا النوع كما تصاب الأرز بـ *A.bessey* وتسبب مرض white tip (القمة البيضاء فى الأرز).

وهذه النيماتودا على الفول السودانى متطفلات داخلية على أنسجة القرون وأغلفة البذور والجذور والسويقات الجنينية hypocotyls. وكذلك البراعم ويمكن للقرن أن ينتج فى العام 35.000 نيماتودا. وتصبح البذور مختلفة اللون وذات وزن أخف من المعتاد. وتوجد النيماتودا فى منطقة تحت الأبيدرمس حيث تتغذى على البرانشيما الموجودة بها. تصبح البذور ذات لون بنى ضعيف وخطوط غامقة. وتسبب النيماتودا انخفاض المحصول وقلة الصفات. وتعتبر هذه النيماتودا Seed borne nematode وقد يصل النقص إلى 33% عن البذور السليمة. وتستطيع النيماتودا أن تحيا داخل البذور فى ظروف التخزين العادية (أربعة شهور).

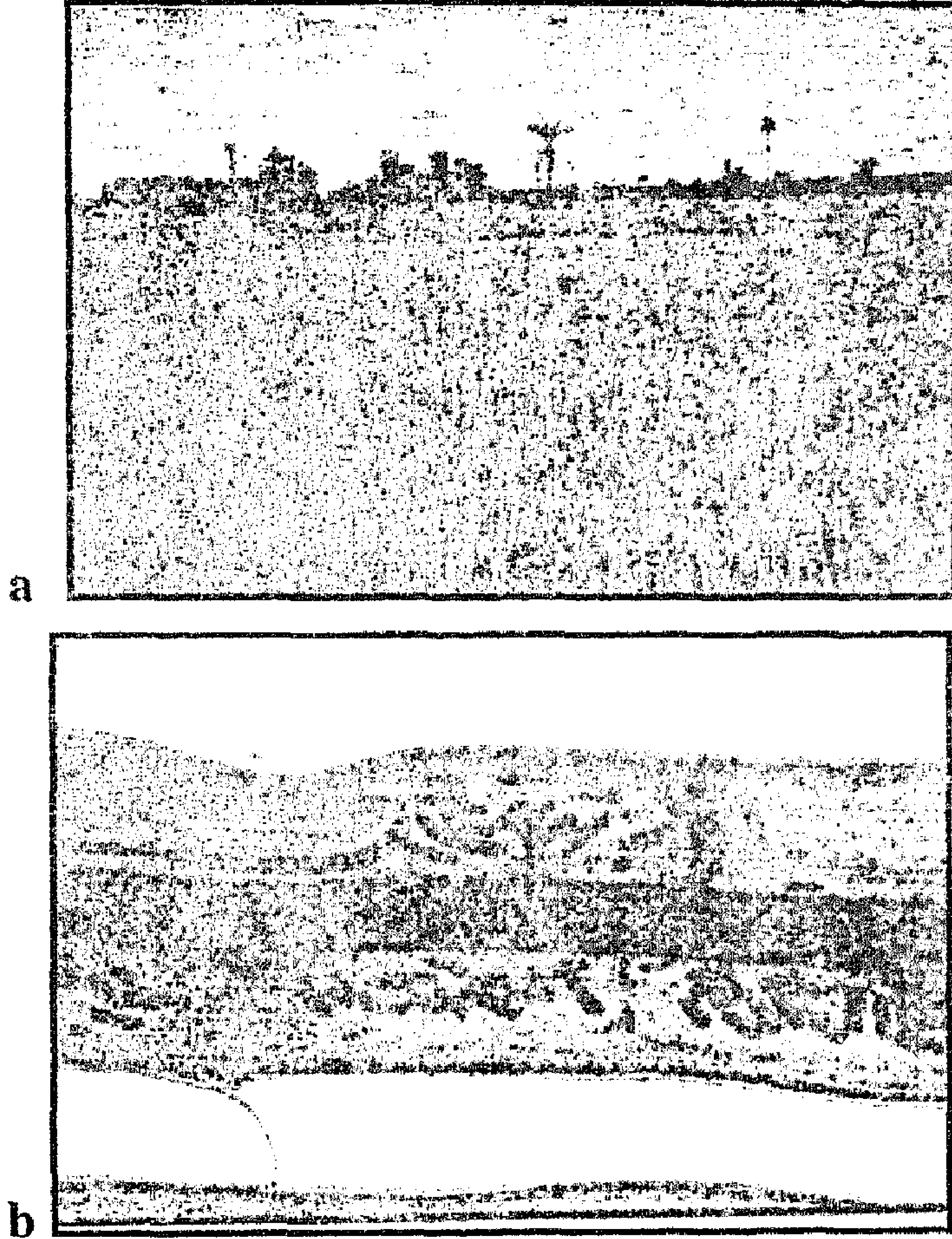
-نيماتودا جذور الأرز The rice root nematode, *Hirschmanniella oryzae*

تصاب نباتات الأرز بالنيماتودا *H.oryzae* التى تسبب انخفاضاً فى المحصول بنسبة 24–56% وهى منتشرة كثيراً فى حقول الأرز على مستوى العالم. وهناك أكثر من 18 نوعا لجنس *Hirschmanniella* فى جميع أنحاء العالم. ولكن النوع الأكثر إنتشاراً هو *H.oryzae* ولقد سجل وجوده فى البرازيل وسيلان ومصر والسلفادور وفرنسا وغانا والهند واندونيسيا واليابان وماليزيا ونيجيريا والفليبين وسيراليون وتايلاند وتايوان والولايات المتحدة وفنزويلا. وبالرغم من أن الأرز هو العائل الأساسى هناك أكثر من 30 نوعاً نباتياً يمكنها أن تصاب بهذه الينماتودا منها القطن والذرة وقصب السكر.

– الأعـــــراض :

لاتوجد أعراض مرضية ملحوظة فى الحقول المصابة ولكن فى النهاية ينقص المحصول نتيجة هذه النيماتودا ولكن فى التجارب العلمية تبدأ الأعراض فى الظهور بعد أربعة أسابيع من العدوى حيث يتوقف النمو وتقل أعداد السنابل ويتأخر الأزهار

12-14 يوم. أما الشتلات المصابة فيتأخر فيها إخراج السنابل والأوراق القديمة تصبح صفراء وتستطيع جذور الأرز أن تعوض نفسها كثيراً بنسبة أسرع من تكاثر النيماتودا وبالتالى تقل نسبة حدوث الأعراض ظاهرياً ما عدا قلة المحصـــول. ولملاحظــة أى أعراض يجب أن يقارن النبات المصاب بالسليم فى الحقول لبيان الفـــروق الظاهريـــة المتسببة عن الإصابة (شكل 117).



a- حقل أرز مصاب بنيماتودا الأرز وتبدو النباتات متقزمة وصفراء نتيجة الاصابة.
b- أناث وبيض نيماتودا الأرز داخل انسجة جذور الأرز.
شكل رقم (117)

- بيــــولوجى:

يمكن للذكور والإناث أن تدخل الجذور من الفتحات المتسببة عن نيماتودا أخــرى وتتحرك بحرية داخل أنسجة الجذور البارنشــيمية والــبعض منهـــا يـــدخل بالكامـــل

داخل الجذور والبعض الآخر تدخل مقدمة الرأس فقط داخل الجذور. تتغذى النيمـاتودا على أنسجة القشرة والأسطوانة الوعائية ويمكنها أن تقتل الشعيرات الجذرية وقد تظهر بقع بنية على الجذور وعند تلف خلايا الابيدرمس تصبح متقرحة ويوجـد كثيـر مـن الفجوات داخل أنسجة القشرة. فى الإصابات الشديدة يتحلل الجذر ويصبح لونـه بنـى أو أسود اللون.

وتأخذ النيماتودا من البيضة حتى البلوغ حوالى شهر. بعد دخول الإناث الجـذور تضع البيض بعد أيام ويوضح البيض فى منطقة القشرة ويفقس بعد 4-5 يـوم داخـل الجذور. تمر اليرقة بأربعة انسلاخات ويمكن لهذه النيماتودا أن تتضاعف 15 مرة فى 130 يوم. وتمضى الشتاء على صورة بيض. ويمكن للنيماتودا أن تبقى فـى جـذور الحشائش فى حقول الأرز وفى غياب العائل يمكن أن تبقى لمدة عـام بنسـبة 12%. ويمكنها أن تبقى أيضاً فى حالة الجفاف حتى سقوط الأمطار ولقد وجدت أنهـا تبقـى 8 شهور فى التربة الجافة ويمكن أن تبقى 4 شهر فى المياه.

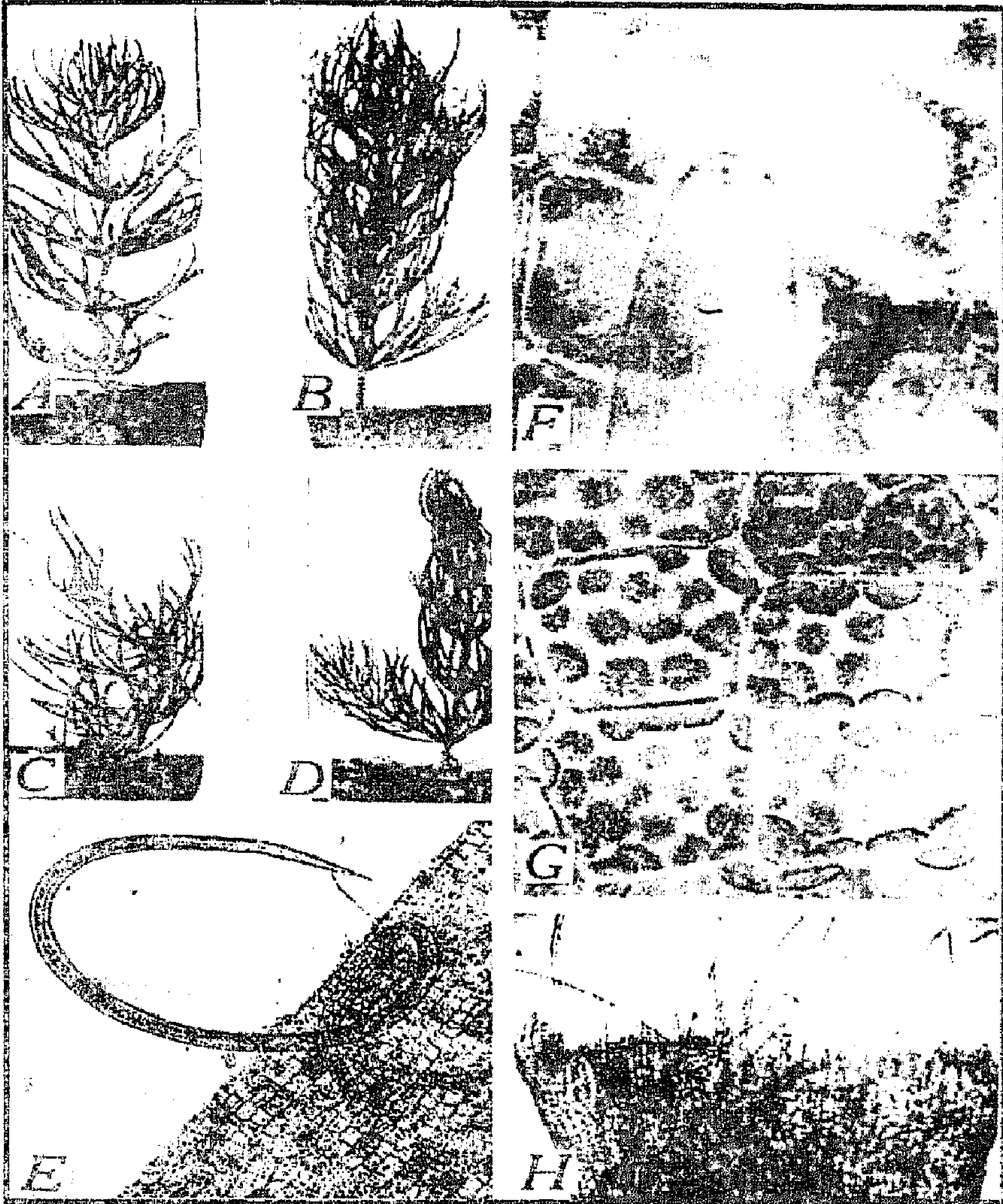
ويلعب الجفاف والدورة الزراعية والقضاء على الحشائش دوراً هاماً فى مكافحـة هذه الآفة كما تلعب الأصناف المقاومة دوراً عظيماً عندما تتوافر فى مجال المكافحـة لهذه الآفة الخطيرة.

وعند إصابة النباتات الأخرى وخصوصاً المائية يتضح خلوها من المـادة الخضـراء (الكلوروفيل) نتيجة التغذية مما يؤثر على عمليات التمثيل الغذائى (شكل 118-119).

-النيماتودا الرمحية Lance nematode, *Hoplolaimus spp.*:

تنتشر على نطاق واسع من العالم ولها مدى عـائلى واسـع. وتسـبب خسـائر اقتصادية على محاصيل الخضر والحقل ونباتات الزينة. والنوع *H.geleatus* يصيب أشجار الفاكهة بينما النوع *H.columbus* يسبب خسائر اقتصـادية لمحصـول فـول الصويا. أهم أنواع النيماتودا الرمحية علـى فـول الصـويا والقطـن *Hoplolaimus columbus* 1963، *H.aegypti* 1970 *H.geleatus* 1913, 1935 على القطن فـى مصر *H.indicus* 1963. وهى شديدة التأثير علـى الـذرة وفـول الصـويا والقطـن. *H.pararobustus* هذا النوع آفة على الموز فى أفريقيا أما النـوع *H.seinhorsti*

فيهاجم اللوبيا والقطن والنوع *H. indicus* يسبب تقزما واصفرار فى حقـول الأرز، الدخن، قصب السكر. وتسبب النيماتودا الرمحية أضرار شديدة بأعداد قليلة فى حالـة النوع *H.columbus* الذى ينتشر على البطاطس، الطماطم، الفلفل، القطن.



تأثير نيماتودا الأرز ***Hirschmanniella caudacrena*** على احدى النباتات المائية.

A- النباتات بعد الاصابة بـ 8 أسابيع والعدوى بـ 100 نيماتودا.

B- نباتات سليمة بدون عدوى. C- نباتات بعد العدوى بـ 8 أسابيع والعدوى بـ 500 نيماتودا.

D- نباتات سليمة. E- النيماتودا وهى مخترقة ساق النبات.

F- خلايا الورقة المصابة بالنيماتودا وهى خالية من الكلوروفيل نتيجة التغذية.

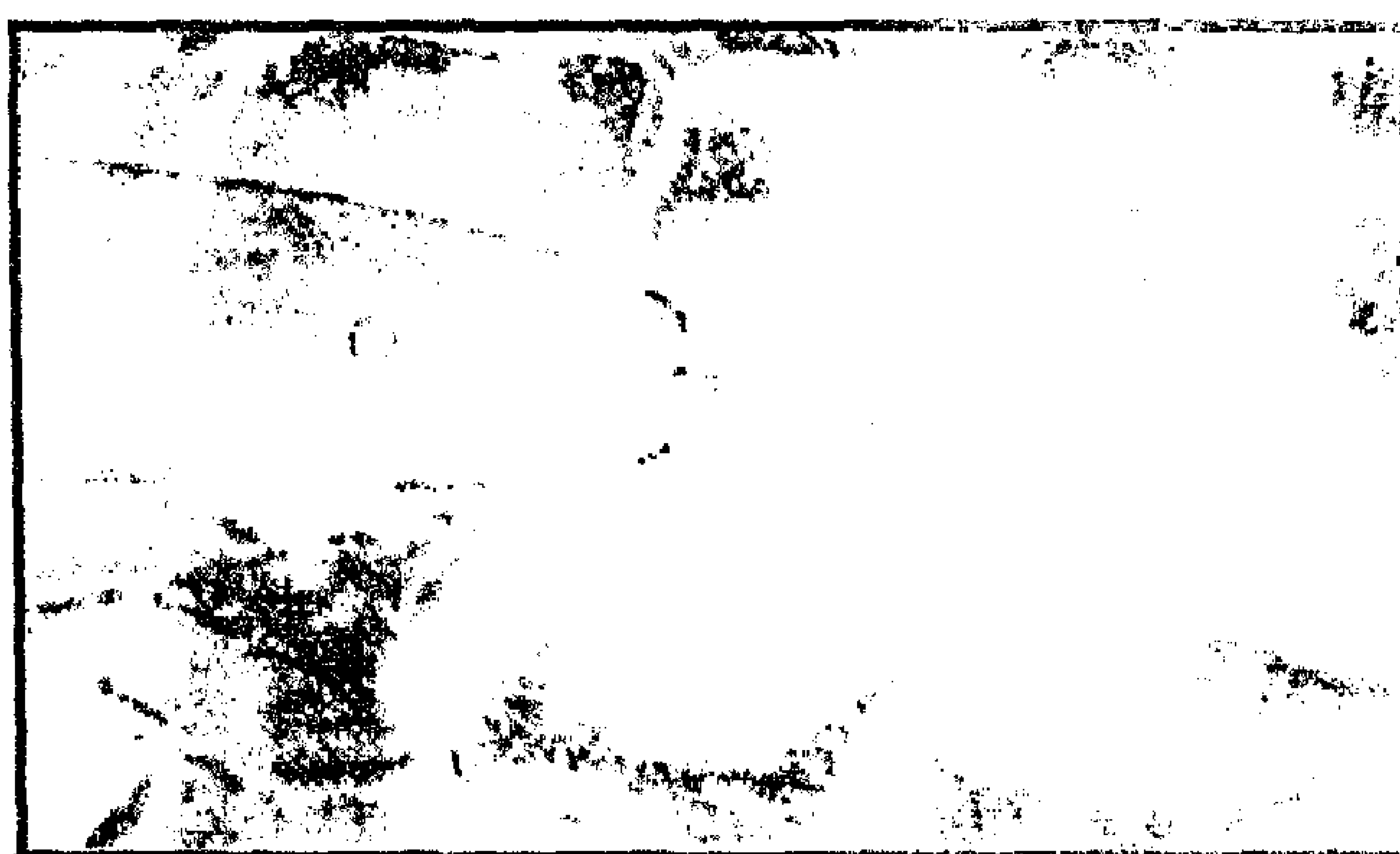
G- خلايا النبات السليمة بدون اصابة.

H- اعداد كثيرة من النيماتودا فى داخل الساق المكسورة المصابة بالنيماتودا.

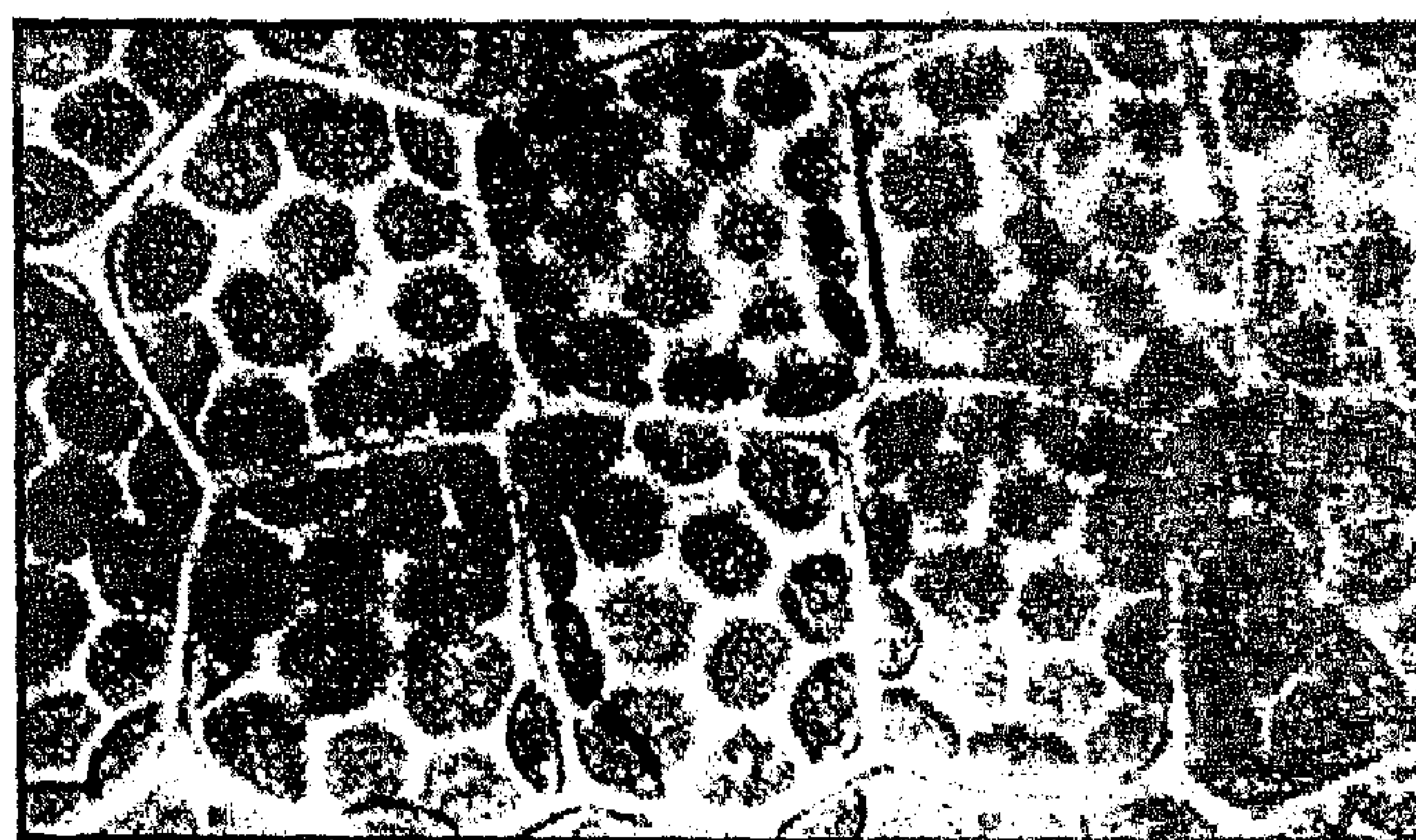
شكل رقم (118)



تأثير الأصابة بنيماتودا *Hirschmanniella* على المحتوى الخضرى للنبات
(أعلى سليم – أسفل مصاب)



اضمحلال وتدهور المادة الخضراء فى النبات نتيجة الأصابة بنيماتودا *Hirschmaniella sp.*



صورة رقم: نباتات سليمة تحتوى على مادة اليخضور كامله.
شكل رقم (119)

– بيولوجــــى :

التطفل أما خارجياً فى أنواع وداخلياً فى أنواع أخرى وذلك لفترة من حياتها فقط. جميع الأطوار اليرقية يمكنها إصابة النباتات وتصيب قمم الجذور المتغذية وتطفل هذه النيماتودا **مختلف كالتالى:**

Ectoparasites خارجية التطفل، Sedentary ecto parasities على حســب النوع. خارجين ساكنة، endo parasites داخلية التطفل.

تأخذ دورة الحياة من 45 يوم للنوع *H.columbus* على فول الصويا وأطول من ذلك للنوع *H.geleatus* وتؤثر على النباتات المصابة التى تتقزم ويقــل المحصــول وتظهر البقع والقرح الداكنة على الجذور. النوع *H.columbus* له قدرة غير عاديــة على الحياة فى الظروف المعاكسة تستطيع أن تصيب القطن وتؤثر عليــه اقتصــادياً. المدى العائلى للنوع *H.geleatus* يتضمن القرنفل– قصب السكر – البرسيم – الــذرة – البرسيم الأبيض والأحمر. تتطفل داخلياً.

– The Columbian lance nematode, *Hoplolaimus columbus*:

تسبب خسائر اقتصادية على القطن وفول الصويا فى أمريكا حيث زراعات القطن وفول الصويا تتم فى مساحات شاسعة، وتسبب تقزم نباتات فول الصويا فى الإصابات الشديدة ومصفرة وتنتج النباتات قرون بها حبوب قليلة العدد والحجم وكذلك تتقزم نباتات القطن فى الإصابات الشديدة وتظهر الأوراق أعراض نقص العناصر (شكل 120، 121).

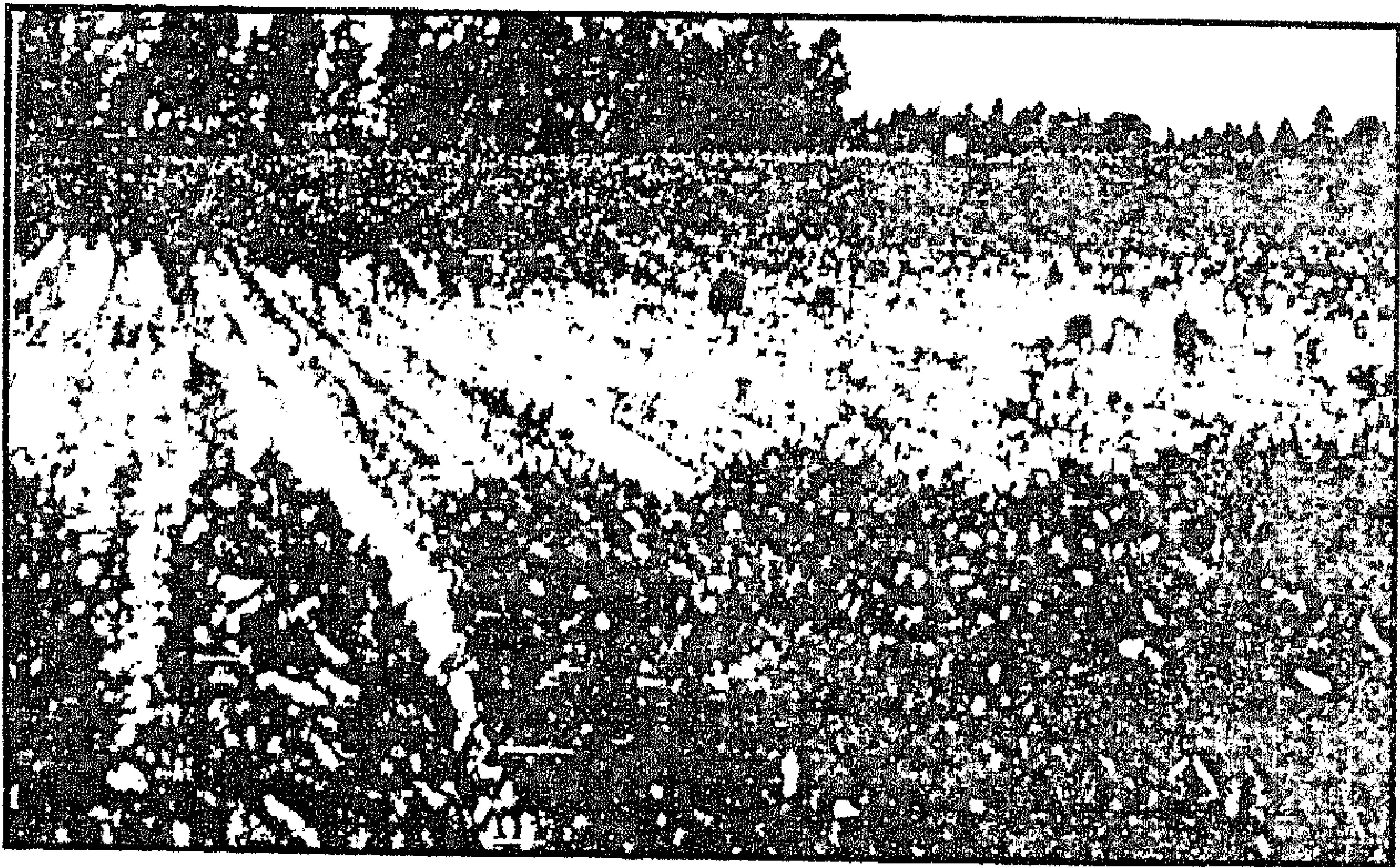
– العلاقة بين العائل والطفيل Host- Parasite relationships:

فى حالة الحقول المصابة بشدة نجد وجود مساحات بها النباتات قليلة العدد نتيجــة الإصابة وتظهر أعراض نقص العناصر والعطش والذبول. وهى نيمــاتودا خارجيــة التطفل على فول الصويا والقطن وعلى البرسيم وتسبب وجود تقرحات خارجية علــى هذه الجذور نتيجة التغذية والإصابة تكون شديدة على الجذور القديمة الأكثر سناً مــن

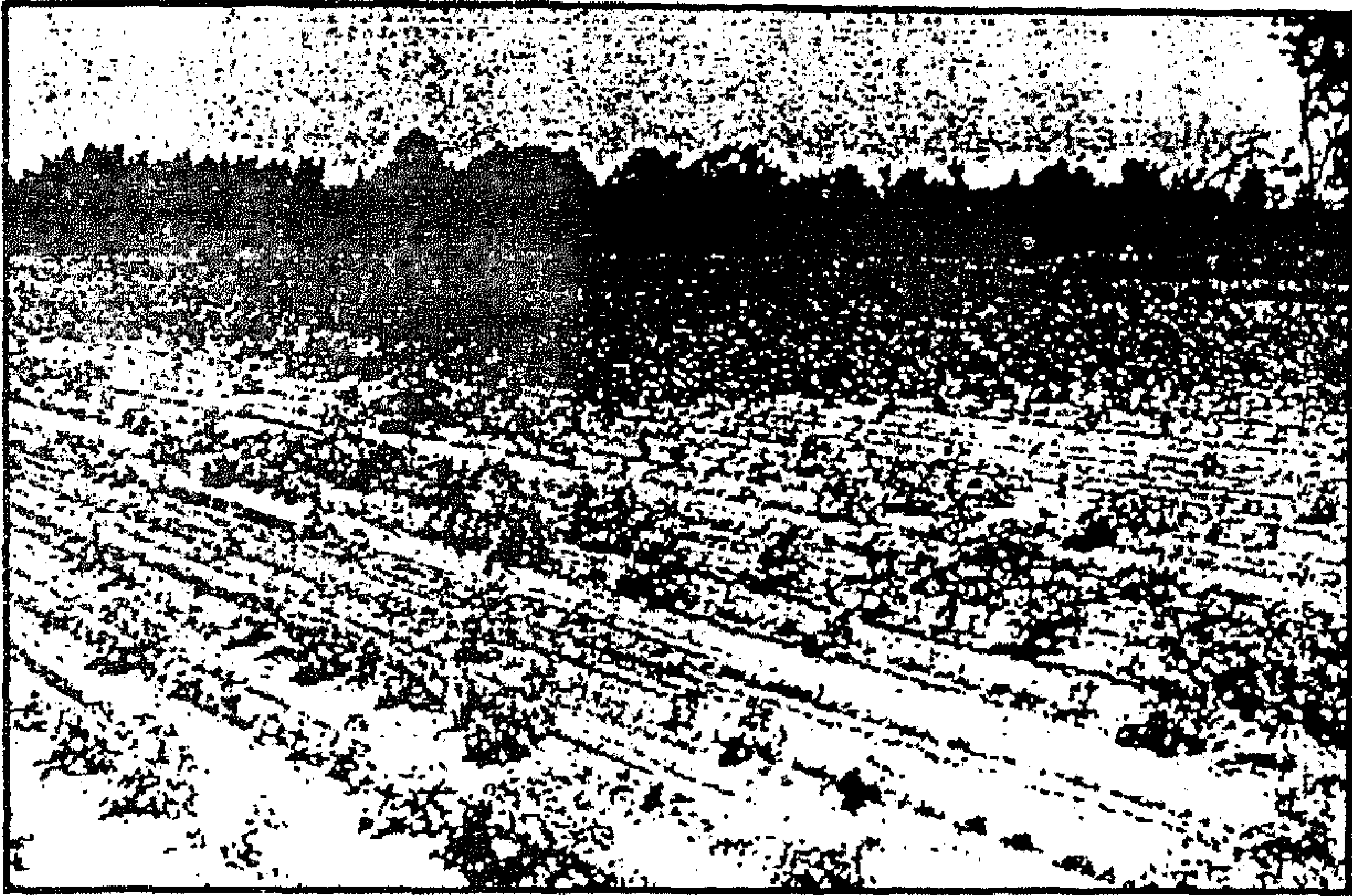
الحديثة. وتتم التغذية على خلايا القشرة وكذلك بالقرب من خلايا الهيبودرمس. وفـى الجذور المسنة تتغذى النيماتودا لفترة طويلة وعلى عمق كبير.

- التوزيع الجغرافى والمدى العائلى:

تظهر فى الولايات المتحدة الأمريكية - الهند وغرب ماليزيا. والعوائل الممتـازة تتضمن القمح والذرة والذرة السكرية والميليت. العوائل الأقل ملائمة هى فول الصويا - القطن - الفاصوليا والباميا. وتعتبر هذه النيمـاتودا Polyphagous قـادرة علـى التغذية على مجموعات من النباتات فى مختلف المجموعات التقسيمية. هناك الكثير من الحشائش عوائل ممتازة لهذه النيماتودا.



التلف الواضح فى نباتات فول الصويا النامية فى حقل ملوث بالنيماتودا *Hoplolaimus columbus* فى جنوب كارولينا
شكل رقم (120)



حقل قطن مصاب بالنيماتودا الرمحية وتبدو منطقة الاصابة خالية من النباتات أو محتوية على نباتات متقزمة ضعيفة.
شكل رقم (121)

-النيماتودا الرمحية على الصنوبر :

A lance nematode, pothogenic to pines (*Pinus nigra*), *Hoplolaimus geleatus*

تنتشر على أشجار الصنوبر ومشاتل الأشجار. وهى ذات قـدرة علـى الزيـادة 16.05، 33.75 مرة من التعداد الأصلى لها وتسبب هذه النيماتودا تقزم النباتات بعـد 6 شهور ويصل التعداد فى الأصص إلى 46.900 وتموت الشتلات فـى كثيـر مـن الأحيان فى أول ستة شهور نتيجة الإصابة وهى تتغذى على منطقة القشرة. وتسبب تلفاً شديداً للجذور.

وتنتشر فى كل سواحل الأطلنطى وخليج المكسيك وفلوريـدا. وكنـدا و أمريكـا الوسطى والهند وتسبب تلفاً شديداً للقطن، البلوط والقمح وحشائش Turfgrasses فـى فلوريدا. وتصيب أيضاً البرسيم الحجازى والخوخ. والبرسيم الأحمر والأبيض والـذرة كما تصيب البطاطا والكرنب – البسلة – الفـول السـودانى – الجميـز – والتفـاح- إصابتها للحشائش فى فلوريدا شديدة جداً.

تسبب الإصابة بهذه النيماتودا فشل المجموع الجذرى فى أداء وظيفته – وتموت أطراف الجذور نتجة الإصابة. وتلعب هذه النيماتودا فـي كثيـر مـن الأحيان ... النيماتودا المتطفلة داخلياً بشكل كامل وتسبب تكسر الجذور كاملة وموتها.

تفتح الطريق إلى بقية الكائنات الدقيقة الثانوية التي توجد ... التربة والتى لاتسبب أضرار تذكر إلا في حالة وجود النيماتودا.

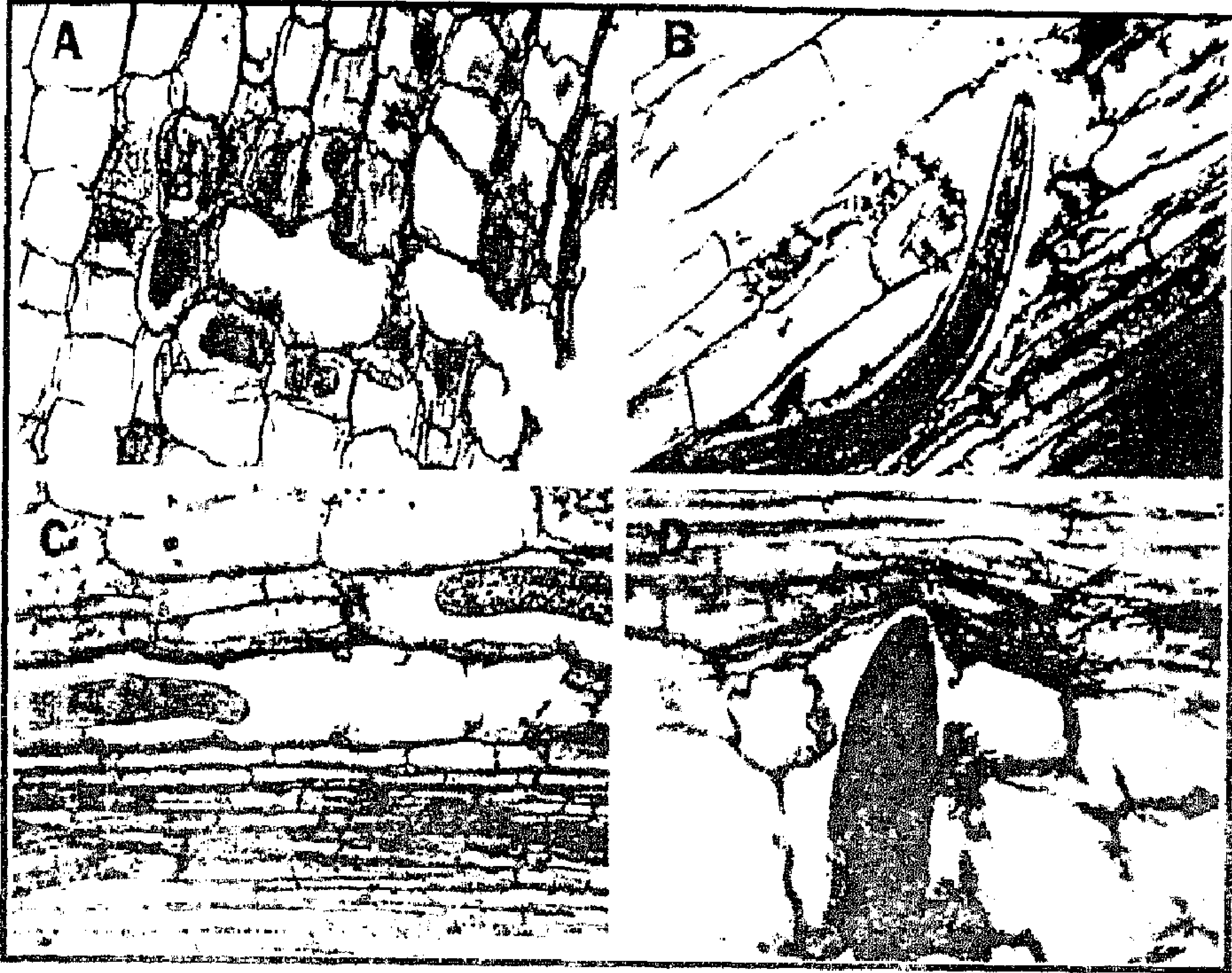
كما يصيب النوع *H.geleatus* نباتات الذرة حيث يكون ... تهتكات للأنسجة وتلفاً فى الخلايا نتيجة الحجم الكبير لهذه النيماتودا (شكل ...).

- نيماتودا ثآليل القمح – نيماتودا عقد البذور والأوراق :

Se... leaf gall nematodes, *Anguina spp.*

تعتبر نيماتودا أورام البذور أول النيماتودا المتطفلة نباتياً مشاهدة ووصفا. ففي عام 1743 شوهدت نيماتودا أورام البـذور *Anguina tritici* فـي أورام بـذور القمـح بواسطة Turbevill Needham. ويوجد لهذه النيماتودا الآن 28 نوع. وهناك سبعة أنواع من هذه النيماتودا فى أمريكا الشمالية ولكن ذو أهمية اقتصادية أقل مـن النـوع الشائع وتوجد على عوائل مختلفة البعض منها يسبب أورام علـى الأوراق والبعض على الساق ولكنها لا تسب أورام فى الأزهار Inflorescences (شكل 123). وفيما يلى عرض لهذه الأنواع السابقة:

A.agropyronifloris, A.amsinkia, A.balsamophila, A.calamagroslis, A.graminophila, A.plantaginis, A.Pustulicola



النيماتودا الرمحية *H.columbus* فى جذور نباتات فول الصويا

A- منطقة الابيدرمس- القشرة مصابة بالنيماتودا ويلاحظ الفجوات الحادثة نتيجة الإصابة.

B- أنثى بالغة في القشرة - يلاحظ الخلايا المتكسرة والتلف الميكانيكى الحادث والتلون باللون الغامق نتيجة وجود تقرحات.

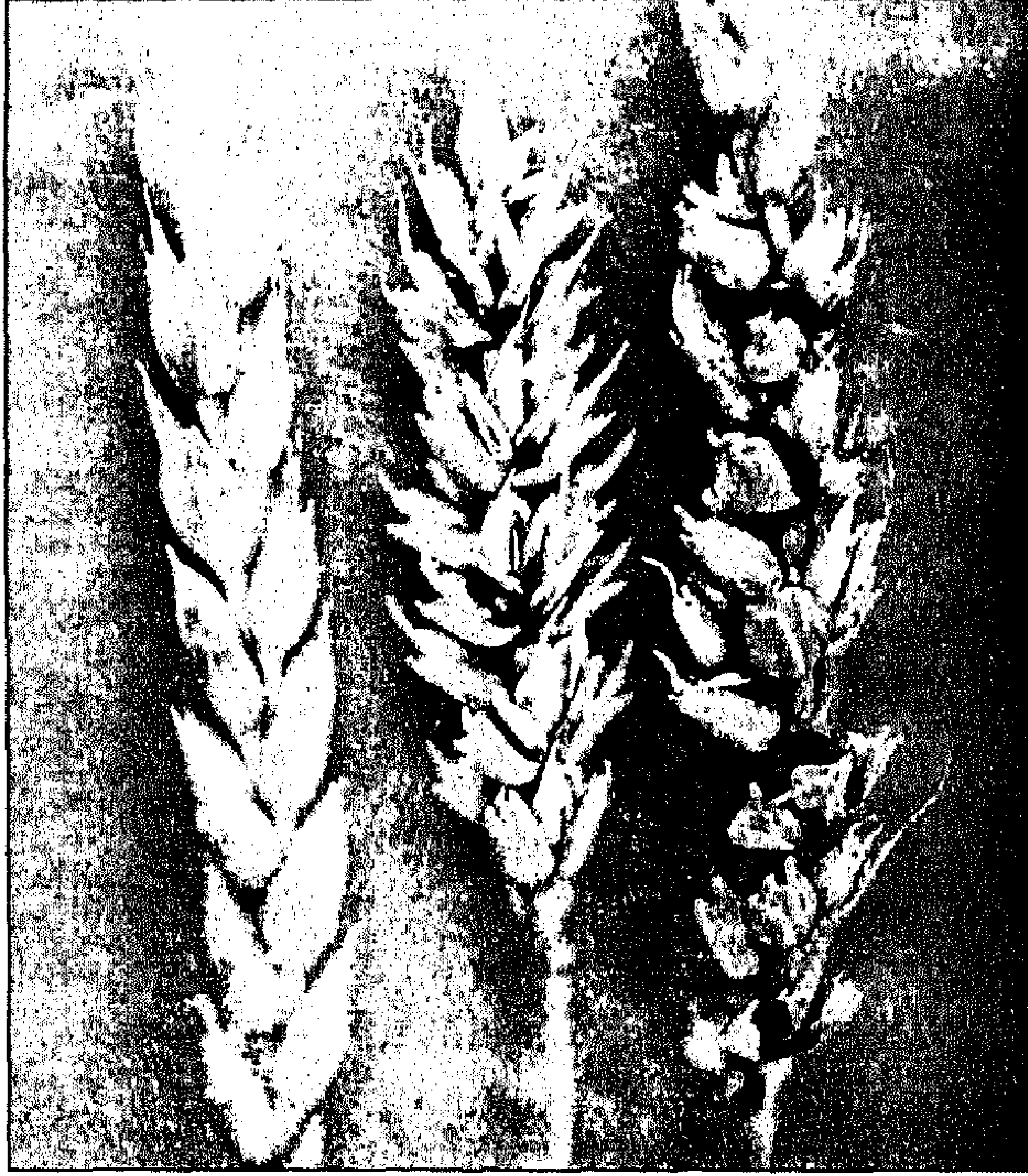
C- مناطق مرور وحركة النيماتودا خلال خلايا القشرة - الانفاق المتكونة نتيجة الحركة.

D- نيماتودا مخترقة لمنطقة الاندودرمس.



مراحل مختلفة من النيماتودا الرمحية *H.geleatus* داخل أنسجة نباتات الذرة موضحة التطفل الداخلى لها- الحجم الكبيرة لهذه النيماتودا وأوضاعها داخل الجذور موازية للأسطوانة الوعائية- ويلاحظ الفراغات حول هذه النيماتودا والتلف الميكانيكى الحادث.

شكل رقم (122)



صورة توضح أعراض إصابة القمح بنيماتودا ثاليل القمح
يسار: سنبلة من نبات سليم. يمين: 2 سنبلة من نباتات مصابة بالنيماتودا .
شكل رقم (123)

وكذلك النوع *A.agrositis* وتصيب هذه النيماتودا القمح *Triticum aestivum, T.dicoccum, T.spelta* and *Secale cereale*. وتسبب هذه النيمـــاتودا خســـائر اقتصادية شديدة تصل إلى 50 و 65% والتقنية الجديدة باستخدام الآلات تفصل الحبوب السليمة عن الثآليل (الحبوب المصابة) وهى ذات لون أسود داكن تؤدى إلى حل هــذه المشكلة. وتتلوث المناطق الجديدة بهذه النيماتودا عن طريق ماكينات الحصاد وانتقـــال بقايا المحصول أو البذور الملوثة. وحيث أن النيماتودا لا تعيش فى التربة أكثر من عام فيمكن التخلص منها باستخدام الدورة الزراعية والتبوير Crop Rotation –fallow. يمكن لهذه النيماتودا أن تقاوم الجفاف لفترات طويلة داخل الأنسجة (حوالى 37 سنة).

- بيولوجـــى :

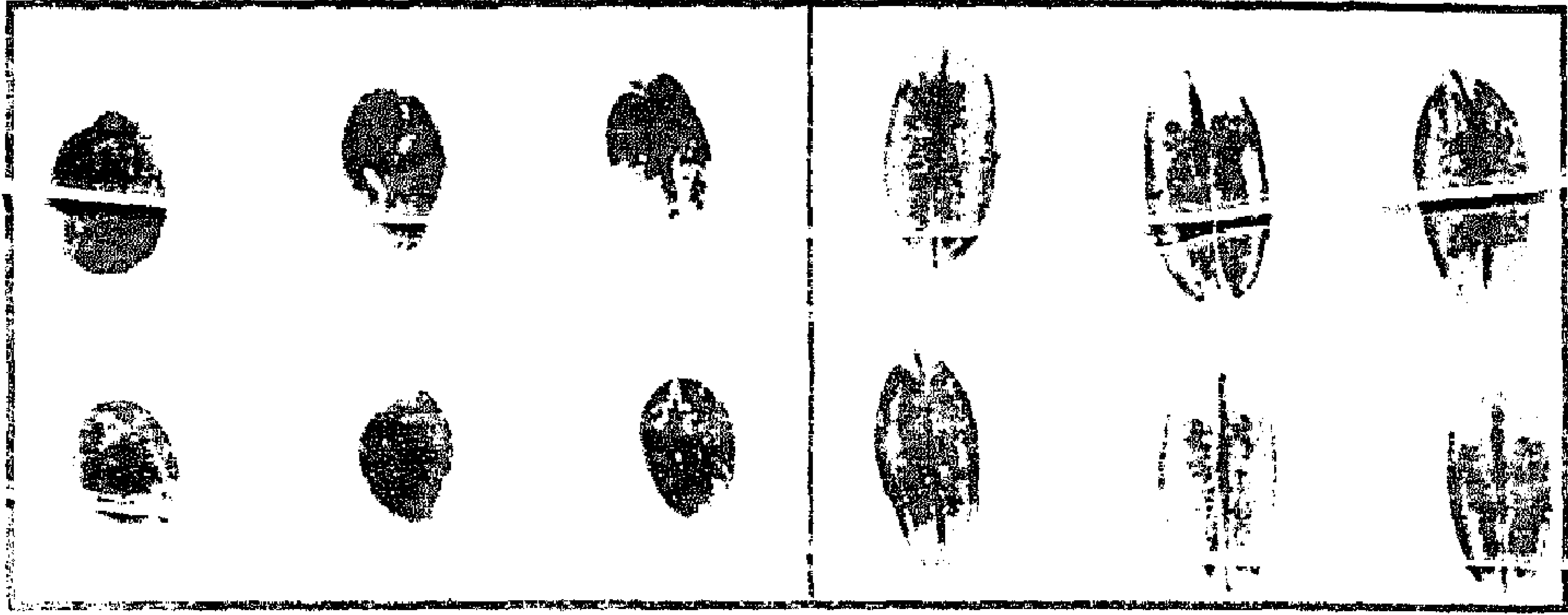
تبدأ الإصابة للشتلات والنباتات الصغيرة مــن البــذور أو التربــة أو الأوراق. وتتطفل اليرقات خارجياً بين الأوراق الصغيرة عند مناطق النمــو وتصــبح الأوراق المصابة متجعدة وتلتوى حوافها وينحنى الساق ويتشوه. عند بدأ تكوين الأزهار تــدخل النيماتودا الأنسجة وتعرقل تطور ونمو البذور. البذور المصابة أصــغر مــن البــذور السليمة والنباتات المصابة أقصر طولياً من النباتات السليمة. وتحتــل الأورام مكــان تكون البذرة. تصبح البذرة المصابة ذات لون بنى غامق وتحتوى العقدة أو الورم على إناث وذكور النيماتودا وتضع الأنثى حوالى 2000 بيضة وقد تحتوى الثألولة الواحــدة (البذرة المصابة) على 30000 يرقة وسجلت أعداد تصل إلى 90000 يرقة فى عقــدة واحدة (شكل 124، 125، 126).

ترتبط هذه الآفة ببعض الأمراض الأخرى مثــل *Corynebacterium* وتســبب مشاكل هامة كما تحدث فى الهند (مرض التعفن الأصفر) وكذلك ارتباطها بــالمرض *Tilletia foetida*.

- مرض الحلقة الحمراء فى جوز الهند المتسبب عن النيماتودا :

Red ring disease of Coconut, *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919), J.B. Goodey 1960.

يوجد هذا المرض فى غرب الأنديز (ترينداد، جرانادا) ومعظــم شــمال أمريكــا الجنوبية. يقدر التلف والضرر من 20-80% من أشــجار جــوز الهنــد الصــغيرة. وبصورة عامة فإن السوســة Palm weevil, *Rhyncophorus palmorum* هــى الناقل للنيماتودا والخنافس تحمل النيماتودا بالقرب من آلة وضع البيض Ovipositor حتى تكون النيماتودا بكميات كبيرة بجوار البيض الموضــوع فــى جــذع الشــجرة وباستئصال هذه الحشرة يحدث تحسن واضح فى هذه الحالة حتى لا تحرق الأشــجار المصابة.



يسار: حبوب قمح مصابه بنيماتودا التآليل *A.tritici* مأخوذة من نباتات مصابة. يمين: حبوب قمح سليمة.

شكل رقم (124)



(A) قمح مصاب بشدة بنيماتودا ثآليل القمح لاحظ الأوراق الملتوية والأوراق المشوهة والرؤوس [illegible]



(B) ثلاثة رؤوس (سنابل) مصابة بالنيماتودا – السنابل منتفخة، بالمقارنة بثلاثة سنابل سليمة على اليسار.

شكل رقم (125)



سنابل قمح ناتجة من نباتات نامية فى حقول ملوثة بنيماتودا ***Anguina tritici***
يمين: سنبلة من نباتات سليمة.   يسار: سنابل من نباتات مصابة.
شكل رقم (126)

ولقد شوهدت أعراض هذا المرض أول مرة في ترينـــداد Trindad فـــي عـــام 1905 ولقد أظهر العالم N.A. Cobb أن مرض الحلقة الحمراء فـــي جـــوز الهنـــد متسبب عن النيماتودا *R.cocophilus*.

التوزيع الجغرافى: فى أمريكا الوسطى (هنـــدوراس Honduras) والســـلفا دور salvador، كوستاريكا Costa Rica، بنما *Panama* وفى أمريكـــا الجنوبيـــة مـــن كولومبيا Columbia، فنزويلا Venezuela، غينيا الإنجليزيـــة British Guiana، سورينام Surinam والبرازيل Brazil– وفى غرب الأنديز من جزر جرانادا، توباجو Tobago وترينداد Trindad وكذلك فى المكسيك Mexico.

- العوائل النباتية Plant Hosts:

نخيل البلح فى جزر الكنارى *Phoenix canariensis*، نخيل جـــوز الهنـــد *Cocos nucifera* ، النخيل الملكى الكـــوبى *(Roystonea regia)* Cuban royal palm، نخيل البلح *phoenix dactylifera* ، ونخيل الزيت *Oil palm, Elaeis quineensis*

- **الأهمية الاقتصادية:**

فى تريندادا 35% من الأشجار الصغيرة لجوز الهند تقتل بسبب هذا المرض، فى فينزويلا 35% من نخيل الزيت دمرت على مدى 10 سنين.

- **الأعراض Symptoms:**

هناك عرضين مميزين أن لهذا المرض Red ring and little leaf disease.

- **الحلقة الحمراء Red ring symptoms:**

الأشجار الصغيرة السن عمر 4-7 سنة هى الأكثـــر إصـــابة. وتصـــبح الأوراق مصفرة ثم تصبح بنية محمرة ثم تبدأ فى الذبول. الـــ Lower fronds تتحـــول إلـــى اللون الأصفر فى القمة. كل التاج يتحول إلى اللون الأصفر وأوراق القلب تتحول إلى اللون الأصفر أو الرمادى فى الأشجار ذات عمر 10 سنوات وأكثر تصـــبح الأوراق بنية وتموت وتتكمش وتظهر بقع حمراء أو شرائط حمراء أو صفراء علـــى الأوراق. الأزهار تموت – تقع الثمار من على الأشجار بأحجام مختلفة. عند قطع الجـــزء 1-7 قدم فوق سطح التربة تظهر حلقة حمراء على مساحة 2 بوصة. ويقع قلـــف الشـــجرة ويجف ويتحول لون الجذور من الأبيض إلى الأصفرار والأحمر البنى. يظهر مـــوت الأشجار (النخيل) 6-20 أسبوع بعد ظهور الأعراض.

- **Little leaf disease symptoms:**

وهى نادراً ما تظهر على نخيل جوز الهند ولكن عامة فى نخيل الزيت وتصـــبح الأوراق منبعجة وقصيرة ومشوهة. تصبح الـــ Pinnae قصيرة سلكية مصابة وبهـــا تقرحات عند القمة. تظهر بقع عند البتلات وقواعد الأوراق بلـــون أصـــفر. تصـــبح الأوراق القديمة صفراء أو رمادية.

دورة الحياة: 20 يوما بعد العدوى لأشجار عمر 3-10 سنة يمكــن اســتخلاص جميع الأطوار اليرقية من الأنسجة. تأخذ دورة الحياة 9-10 يوم على أشجار البنــدق والجوز nuts وتصبح بنية فى حالة الإصابة.

- نقل النيماتودا Nematode Transmission:

عن طريق حشرات Palm weevils *R.palmarum* وتحمل النيماتودا خارجيــاً وداخلياً عندما تتغذى على الأنسجة المصابة. وعند جمع الحشرات من الحقول عشوائياً ثبت أن 35% منها مصابة خارجياً ووجد أيضاً أن اليرقات والعذارى مصابة داخلياً- حتى سوس العذارى Virgin weevils وجد مصابا داخلياً وخارجياً.

تعيش النيماتودا 10 يوم فى داخل السوس (فى الأمعــاء)، 8 يــوم علــى جسـم السوسة، تبدأ الإصابة عند محور الأوراق Leaf axils عن طريق طيــران الحشــرة ويمكن أن تصاب الأشجار عن طريق الجذور التى فى التربة والتى تكــون مصــابة وتدخل النيماتودا الأوراق عن طريق الثغور.

ولقد وجدت الآفة فى ما يحيط الثمار من ليف وخلافه husks (قشر) الذى يمكن أن يحمل عــن طريــق النمــل ويمكــن أن تسـكن النيمــاتودا مســتعمرات النمــل .Termite (*Coptotermes niger*)

- الإصابة Infection:

تصيب الأنسجة الطريه الرخوه والصلبة على السواء. فى الجذور تصاب القشــرة أيضاً. وتدخل فى الأوراق والسيقان فى المسافات البينية للخلايا وداخل الخلايا أيضــاً وتتحرك النيماتودا 2.5 بوصة كل 4 يوم. الإصابة الداخلية تبدو واضحة 14-21 يوم بعد دخول النيماتودا.

تظهر الأعراض الخارجية بعد 21-70 يوم من دخول النيماتودا. تمتلأ الأوعيــة الموصلة للماء بالنيماتودا داخل النخيل وتسدها. تصيب النيماتودا الساق 8 قــدم فــوق

سطح الأرض. التعداد الكثير للنيماتودا 6-12 بوصة أسفل الحلقة الحمراء. 10 جـ الأنسجة المصابة تعطى 50000 نيماتودا. تظهر الإصابة الشديدة فى ديسمبر ومار وتحدث انفجارات تكاثرية فى فترة الأمطار الشديدة. تـزداد الإصـابة وتسـود : الأراضى السيئة الصرف والمستنقعات Swamp areas.

- الأعـراض العامـة General Symptoms:

الأوراق المصابة تصبح مصفرة وتكتسب اللون الأصفر البرنزى ثم تتحول إلـى اللون الأحمر البنى وتبدأ الإصابة والألوان من قمة الأوراق وتمتد حتى قاعدة الورقة – تذبل الأوراق وتموت وتنثنى لأسفل وتنثنى حول جذع الشجرة وتسـقط الثمـار قبـل النضج وقد توجد بداخل اللبن داخل الثمرة. وعند إصابة الجذور تصبح ذات لون أصفر داكن أو أحمر بنى. لا تصاب الثمار ولا الأزهار.

وعند قطع النخيل السليم عرضياً يكون اللون كريمى أبيض أما النخيل المصـاب فيظهر فى المقطع العرضى منطقة دائرية حمراء 3-5 سم عرض وهذا اللون يتراوح بين قرنفلى فاتح Light pink إلى بنى غامق ولكن الأكثر ظهوراً هو اللون الأحمـر وعند المقطع الطولى للنخلة يظهر خطان متوازيان من اللون الأحمر بابتـداء طـول الجذع و بعضه. فى نخيل الزيت يظهر التلون بعد قطع الجذع على شكل قلب ذو لون محمر.

تموت الأشجار أو النخيل الصغير خلال 6-8 أسبوع ولكن النخيل المعمر يأخـذ 16-20 أسبوع بعد ظهور الأعراض - تظهر الأعراض الداخليـة قبـل الأعـراض الخارجية (شكل 127-128).

-القـدرة المرضية Pathogenicity:

تسبب الإصابة موت نخيل جوز الهند فى خلال فتـرة زمنيـة قصـيرة. يمكـن للنيماتودا أن تنقل عن طريق براز السوس، الجسم، البذور، الشتلات، أدوات الزراعـة

– المركبات – الحيوانات أو الطبيعة RRN تستطيع الحياة والبقاء فى الـ Nut لمدة 16 أسبوع (فى قشرة الجوز)، 90 أسبوع فى أنسجة الشتلات المصابة.

تنجذب الحشرات عن طريق الرائحة المنبعثة من جوز الهند الطازج المقطوع أو الأنسجة المجروحة. أو التحززات الناتجة من الأنسجة المصابة. بداخل النخيل توجد تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون تجذب RRN إلى أماكن التغذية المفضلة.

إصابة النخيل: نخيل جوز الهند عمر 4–10 سنة أكثر قابلية للإصابة أما نخيل الزيت عامة ما يصاب عند مرحلة أكثر بلوغاً ونضجاً. وترتبط الإصابة بمواسم ظهور السوس وتظهر أجيال جديدة من الإصابة كل 90 يوم. ويناسب الحشرة مواسم الأمطار الشديدة – والشقوق التى تظهر على أوراق النخيل أو الجذور هى الأماكن المفضلة للإصابة وتغذية الحشرات.

كثافة النيماتودا 10جم من أنسجة نخيل جوز الهند تعطى 108.000 نيماتودا أما فى نخيل الزيت 10جم تعطى 50000 نيماتودا.

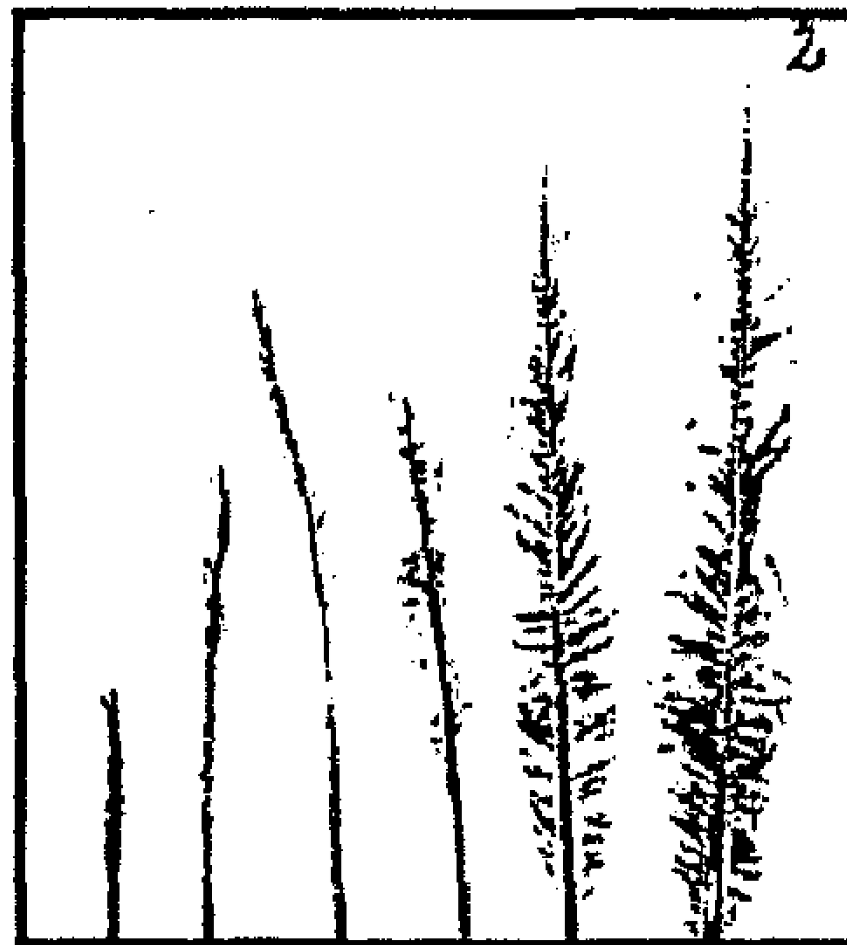
–العلاقة بين الطفيل والعائل Host-Parasite relation ship :

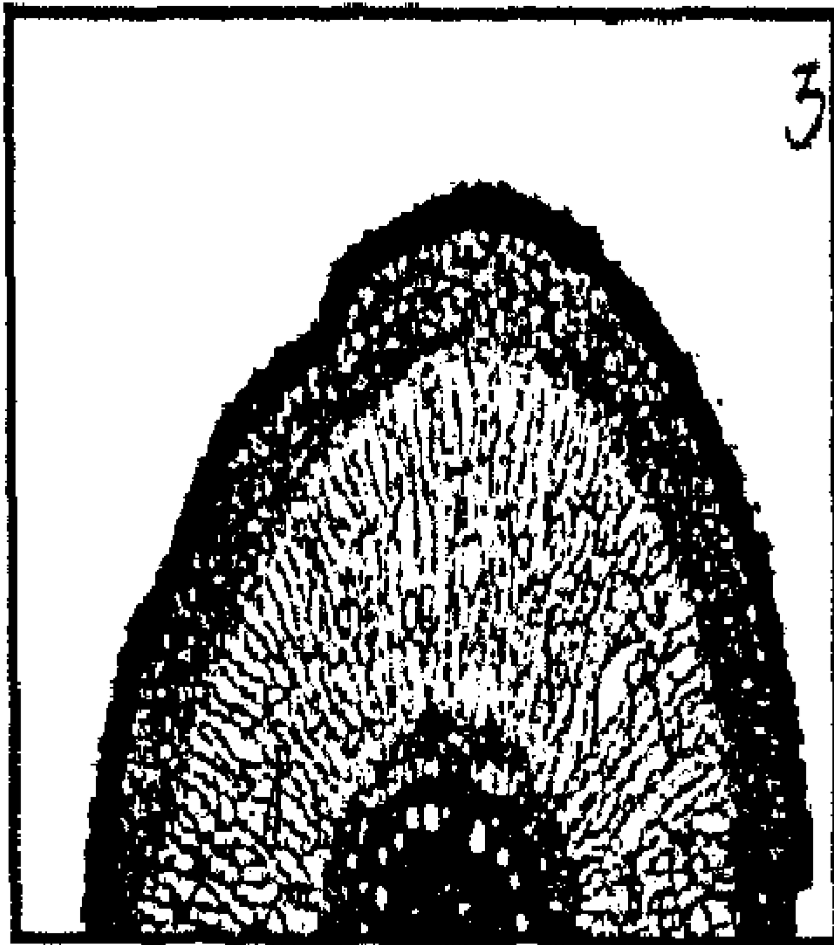
أوعية الخشب فى الأنسجة المصابة تكون مقفلة بالتيلوزات Tyloses التى تثبط انتقال المياه فى النخلة – النخيل المصاب يمتص ماء أقل من النخيل السليم – النيماتودا تتغذى على بارنشيما الأنسجة الوعائية وذلك على الجدار الرفيع لها فى المنطقة الحمراء للساق وتمتد إلى الجزء المركزى كله للنخلة كذلك تتغذى النيماتودا على البارنشيما الوعائية فى قشرة الجذور.



نخيل جوز هند صغير فى مرحلته الأخيرة المتدهورة بسبب نيماتودا الحلقة الحمراء



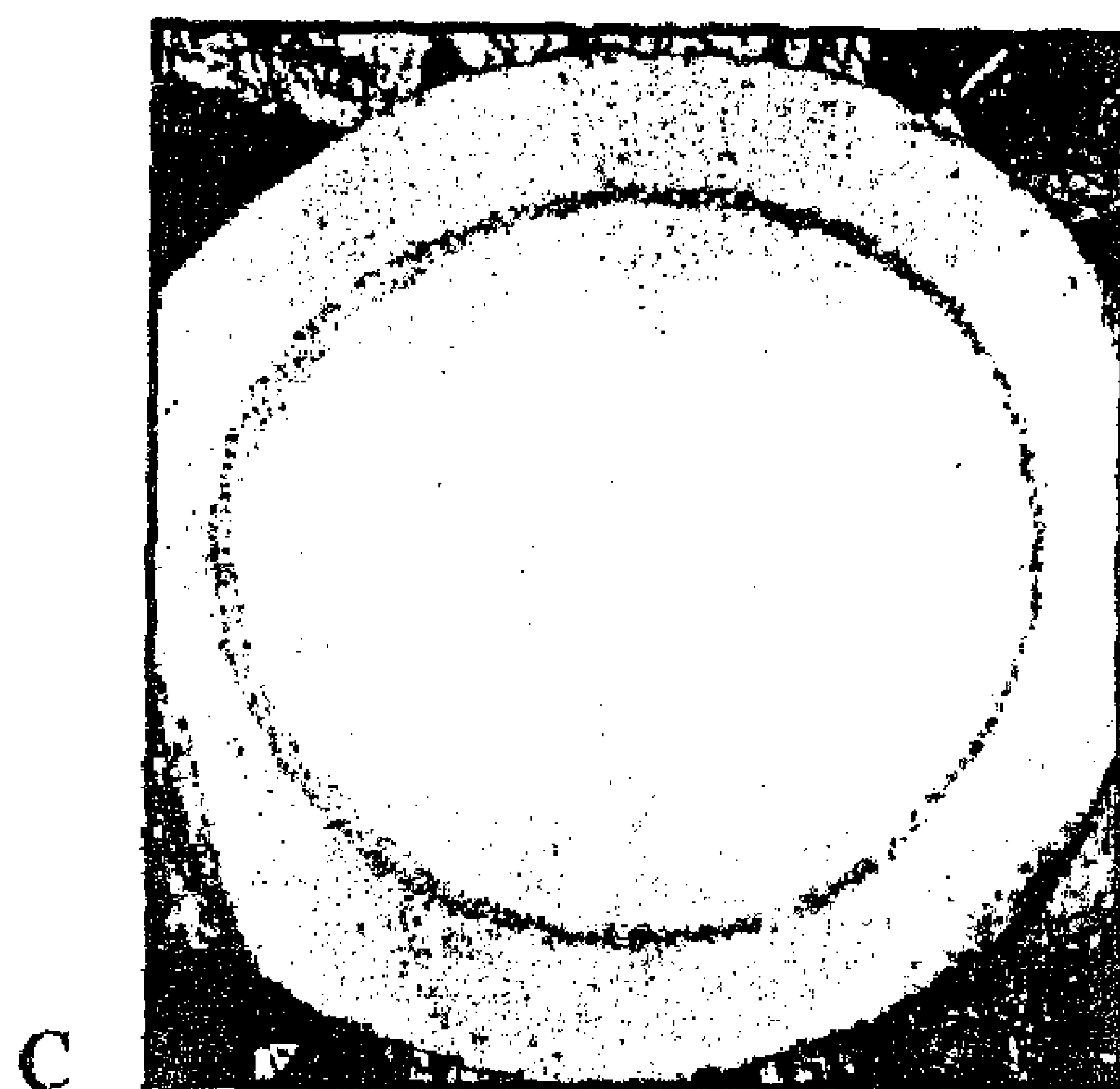




1- أعراض إصابة على نخيل جوز هند على الأوراق.
2- أوراق مشوهة من نخيل مصاب بالنيماتودا.
3- قطاع عرض لنخلة مصابة بالنيماتودا (ق.ع. فى جذع)
شكل رقم (127)


A


B


C

صورة: توضح مرض الحلقة الحمراء فى نخيل جوز الهند المتسبب عن النيماتودا
Rhadinaphelenchus cocophilus

A- نخل سليم .   B - نخل مريض.

C- قطاع عرض فى جزع نخله مريضه تبين حلقة من الأنسجة المصابه.

شكل رقم (128)

دورة الحياة: تأخذ دورة الحياة للنيماتودا المرباه على جوز الهند الغير ناضج فترة 9-10 يوم.

-البقــاء **Survival:**

لا تبقى RRN فى التربة لأكثر من 2-3 يوم ولكن تبقى وتعيش فــى الأنســجة المتحللة للنخيل الميت إلى 90 يوم. وتعيش داخل السوس 10 يوم، 2-3 يــوم علــى الجسم - وتم استخلاص النيماتودا من الجذور المتحللة المتعفنة بعد سنة من قطع قمــة النخيل المصاب.

- الناقــلات **Vectors:**

الناقلات لهذا المرض أساساً هو *Rhynchophorus palmarum* وهى نوع من السوس ولقد سجلت الناقلات التالية النمل، العناكب وكثير من الحشرات نقلهــا لهــذه النيماتودا.

-النيماتودا الحلقية:

Ring nematode, *Criconemoides spp. Syn. Criconemella spp.*

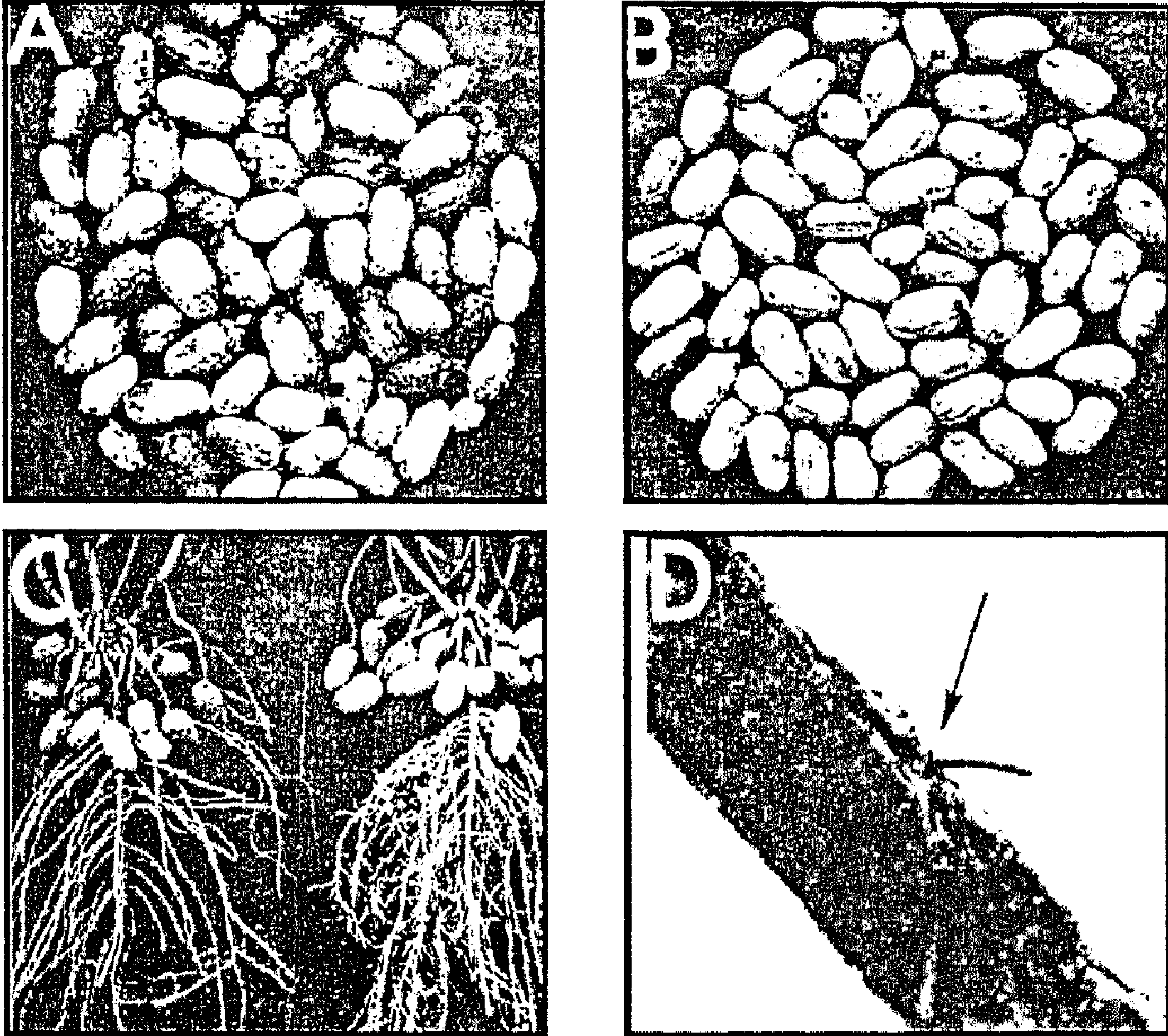
تنتشر فى بلدان أمريكا وأوربا والهند وأفريقيا وأسيا وأمريكا الجنوبيــة. بعــض الأنواع تستطيع أن تسبب أضراراً وخسائر اقتصادية للفواكه والخضــراوات ونباتــات الزينة والأعداد الكبيرة منها تسبب تلك الخسائر وكذلك الحشــائش. وهــى مــتطفلات خارجية. والأطوار المعدية هى كل الأطوار المختلفة للنيماتودا وتتطفل على أطــراف الجذور والأبيدرمس والمنطقة تحت خلايا الأبيدرمس. وتســتخدم النيمــاتودا رمحهــا الطويل بعد غرسه فى الخلايا وامتصاص المحتويات فى عمليــة التطفــل الخــارجى وتسبب وجود تقرحات وقرح على الجذور وقد تسبب انفصال الطبقات الخارجية للجذر عن الأسطوانة الوعائية (شكل 129-130) .

تأخذ دورة الحياة من 23-34 يوم وتمضى الأنثى 2 شهر حية بعد ذلك وتتكــاثر بشدة وتنتج أعداد هائلة على الخوخ والتفاح وعين الجمل.

والتغذية للأطوار اليرقية ضرورى للتطور. يمكن لهذه النيماتودا أن تنقل أمراض بكتيرية أو تفتح الطريق لها وخصوصاً فى الخوخ تصيب نباتـــات الفـــول الســـودانى والبرسيم (شكل 129-130).

وتسبب تقزم النباتات وجود قرح على الجذور وتدهور المزارع وتســـبب إعـــادة الزراعة مرة ثانية مكلفة المزارع تكاليف باهظة.

أهم الأنواع *Criconemoides ornatus* الذى يصب الفول السودانى – والنوع *Criconemella curvate* الذى يصيب جذور البرسيم الحجازى ويســـبب أضـــرار ملموسة له (شكل 129، 130).

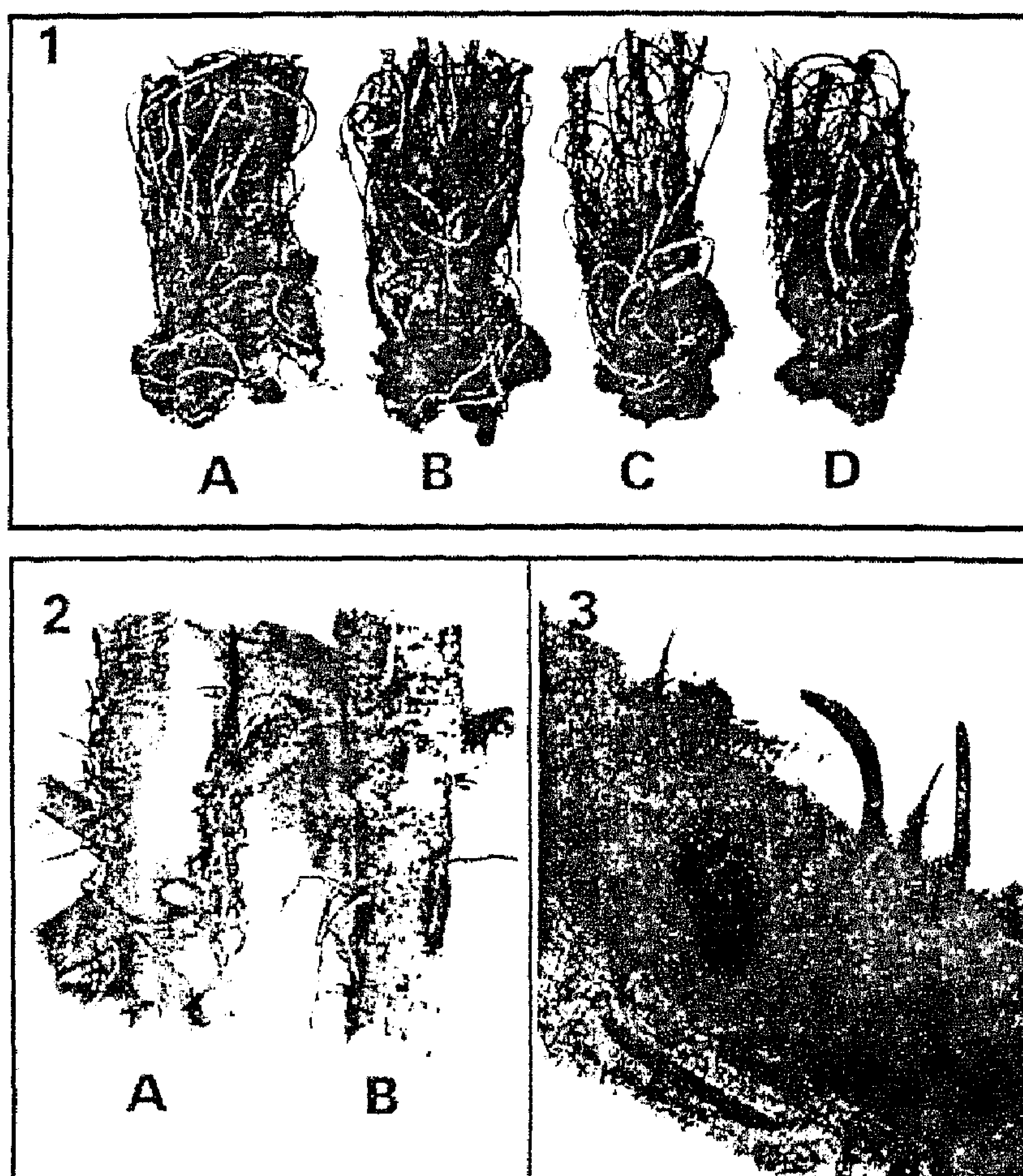


A– قرون فول سودانى مصابة *Criconemoides ornatus* . B– قرون فول سودانى سليمة.

C– جذور فول سودانى وقرون. يسار مصابة بالنيماتودا ويمين غير مصابة .

D– نيماتودا متعلقة جزئيا بجذور نباتات الفول السودانى.

شكل رقم (129)



اعراض الاصابة بالنيماتودا الحلقية *Criconemella curvata* التى تصيب جذور البرسيم الحجازى بعد 9 أشهر من الاصابة.

علوى (1) : A- مقارن بدون اصابة . B-C-D. مراحل اصابة متدرجة مع ازدياد العدوى.

سفلى (2): A-جذر سليم . B- جذر عليه تقرحات نتيجة التغذية.

سفلى (3): تطفل النيماتودا الحلقية على جزور البرسيم.

شكل رقم (130)

-النيماتودا الدبوسية **Pin nematodes, *Paratylenchus spp.*:**

قليلة الانتشار فى مزارع الخضر والفاكهة والمحاصيل الحقلية ونباتـات الزينـة. بعض أنواعها تسبب خسائر شديدة لتلك المزارع. وهى متطفلات خارجية وفى بعض الأحيان متطفلات داخلية. الطور المعدى هو الطور اليرقى الثانى والثالـث والأنثـى البالغة. بقية الأطوار تفتقر إلى الرمح وبالتالى لا تتغذى. التغذية على أطراف الجذور.

وتخترق الجذور عند قاعدة الشعيرات الجذرية فى منطقة الأبيدرمس. الإفرازات المريئية تسبب ذوبان محتويات الخلية ويتجمع السيتوبلازم حول الـرمح. قـد تبقـى النيماتودا فى نفس مكان التغذية لعدة أيام. نتيجة التغذية تدمير الخلايا ميكانيكا. يوضع البيض فى التربة. القدرة التكاثرية لهذه النيماتودا عال جـداً علـى بعـض العوائـل (40.000 على جذر واحد). والتغذية ضرورية لعملية التطور والإنسـلاخ. الأطـوار البالغة تتحمل البرودة ويمكنها الحياة على شكل طور يرقى رابع لمدة طويلة.

وتبدو الأعراض على النباتات كتقزم وتقرحات على الجذور ونقص فـى حجـم ونمو المجموع الخضرى. أهم الأنواع *Paratylenchus projectus*.

-النيماتودا المتطفلة على محصول قصب السكر :

Nematode parasites of sugar cane :

كان Cobb عام 1893، 1931، 1935 أول من كتـب عـن نيمـاتودا قصـب السكر وسـماها *Tylenchus similes* حيـث سـميت الآن هـذه النيمـاتودا باسـم *Radopholus similes* التي تصيب العديد من العوائل النباتية متضمنة قصب السكر ولقد سجلت العديد من الأجناس النيماتودية شيوعاً وتواجدا علي قصب السـكر. ولقـد سجلت العديد من الأجناس النيماتودية على قصب السكر بواسطة العديد مـن العلمـاء على مدار السنين المختلفة. ولقد أثبتت التجارب العلمية التي قاموا بها على أن التـأثير الناشئ عن وجود النيماتودا على نباتات قصب السكر كان واضـحاً وعـزى ضـعف النباتات إلى النيماتودا.

جميع أصناف قصب السكر المزروعة حالية تجارياً هـي هجـن مـن النـوع *Saccharum* ولقد نشأ النوع *S.officinarum* فى غينيا الجديدة حيث نقل إلى جميع أجزاء العالم. ويزرع قصب السكر بعقل طوليه Stalk cuttings فى الخطوط ويغطى بالتراب. وكل cutting عادة ما تحمل من 3-5 بـراعم Buds تنـتج العديـد مـن الـ shoots والناتج يسمى clump يعرف باسم stool.

وكانت أكثر المحاولات جدية فى أبحاث النيماتودا المصاحبة لقصب السكر فـى هـاواى. (Van Zwaluwen burg 1930, 32, Cobb 1906, 1909, Cassidy 1930) ومنذ هذا الوقت استمر البحث والتعرف على النيماتودا المصاحبة لقصب السكر كآفات لها فى بلدان كثيرة من العالم Williams 1969, Prasad 1972, Holtzmann 1964.

وفى بلدان كثيرة من العالم التى تزرع قصب السكر على الأقل 163 نـوع مـن Tylenchida، 43 نوع من Dorylaimida سجلت على قصب السكر على الجـذور أو من التربة المحيطة بها. ويؤثر نوع التربة Soil type والموسم الزراعـى علـى الكثافة العددية للنيماتودا كذلك الارتفاع عن سطح البحر altitude وسـقوط الأمطـار rain fall.

وكانت الأجناس الأكثر انتشاراً هى:

Meloidogyne, Tylenchorhynchus, Hoplolaimus, Pratylenchus, Xiphinema, Trichodorus, Helicotylenchus, Paratrichodorus and Rotylenchulus.

وتظهر نيماتودا التعقد بكثرة فى التربة الخفيفة بينما النيماتودا الكلوية فى التربـة الثقيلة وكانت أيضا أجنـاس *Xiphinema, Trichodorus, Pratylenchus* أكثـر تواجدا فى كثير من الأراضى المزروعة قصب سكر.

- نيماتودا التعقد الجذري *Meloidogyne spp.*:

أكثر الأنواع النيماتودية شيوعاً لجـنس نيمـاتودا التعقـد هـى *M.javanica, M.incognita, M.arenaria* ويظهر قصب السكر نفس الأعراض المعروفة على بقية العوائل من وجود أورام على المجموع الجـذرى وانتفاخـات طويلـة المظهـر وخصوصاً عند قمة الجذور وخصوصاً على الجذور الحديثة النمو. وتؤثر الأصـناف المختلفة على شكل وتطور العقد النيماتودية. وتؤثر النيماتودا على النمو العام للنباتات - يصل النقص فى المحصول بسبب هذه النيماتودا إلى حوالى 5 طن للأكر أو حوالى 20% من المحصول وتصل نسبة الأراضى المصابة بهذه النيماتودا من أراضى قصب السكر إلى 30%.

- **نيماتودا التقرح** *Pratylenchus spp.*:

تسبب تقزم النباتات وتوجد فى أعداد وكثافة عالية وتسبب نقصـــاً واضــحاً فـــى المجموع الجذرى بنسب مختلفة وكذلك المجموع الخضرى.

- **النيماتودا الحلزونية** *Helicotylenchus spp.*:

من ضمن الأنواع الأكثر انتشاراً فى أراضى قصب السكر. ومن أشهر الأنـــواع *H.dihystera* ولا تؤثر بشدة إلا إذا ازادت الكثافة العددية عن 100.000 لكل كجـــم تربة.

- **نيماتودا التقزم** *Tylenchorhynchus spp.*:

وتسبب تقزم النباتات فى حالة الكثافة العدديـــة العاليـــة ومـــن أشـــهر الأنـــواع *T.annulatus*, *T.martini* وهو الأكثر شـــيوعاً وهنـــاك أنـــواع أخـــرى مثـــل: *T.elegans*, *T.claytoni*, *T.acutus*.

- **النيماتودا الخنجرية** *Xiphinema spp.*:

وتؤثر على المجموع الجذرى واصفراره وتحلله. كذلك تلتوى الجـــذور وتنحنـــى وأحياناً تظهر بعض الأورام الطرفية. بعض الأنواع تنقل أمراض فيروسية.

- **نيماتودا التقصف** *Trichodorus spp.*:

وأشهر الأنواع *T.christiee* تسبب تقزم شديد للجذور وتثبيط فى نمو الجذور الجانبيـــة وتشوه المجموع الجذرى ويصبح الجذر ذو لون داكن وبدون شعيرات جانبية. بعض الأنواع ناقلة للفيروسات الممرضة.

- **النيماتودا الغمدية** **Sheath nematode,** ***Hemicycliophora spp.***:

تسبب تشوه المجموع الجذرى والتوائه وعدم انتظام شكل الجذور وقلة الشعيرات الجانبية واختلاف لونها عن اللون الطبيعى. تسبب نقصا فى المجموع الخضرى بنسب من 25-50% على حسب الكثافة العددية وتصبح الجذور ثقيلة عـــن الجـــذور الغيـــر مصابة.

– تأثير النيماتودا على محصول قصب السكر:

تشتبه الأعراض على المجموع الخضرى مع أعراض نقـص الرطوبـة وقلـة التغذية. وهى تتضمن تقزم النباتات وضيق مساحة الأوراق والتوائهـا وقلـة خـروج الخلف وتصبح أعواد القصب رفيعة والسلاميات قصيرة. أما الأعراض تحت سـطح التربة فيصبح المجموع الجذرى متقزماً وقد تتورم أطراف الجذور الصغيرة السن وقد تصطبغ باللون الأحمر البنى إذا وجدت نيماتودا التقرح بكثرة ونتيجة لشـدة الإصـابة ينخفض المحصول ونسبة السكر المستخرجة من النباتات.

– آفات العنب النيماتودية Nematode pests of Grapevines:

ترجع زراعات العنب Viticulture إلى ما قبل التاريخ بسنوات كبيـرة 6000-4000 سنة قبل الميلاد. وتنتشر العديد من أجناس النيماتودا مع زراعات العنـب ومشـاتلها الملوثة. ومن أهم النيماتودا المصاحبة *Heterodera radicicola* ونيماتودا تعقـد الجـذور *Meloidogyne spp.* وكذلك النيماتودا الخنجرية *Xiphinema index* التى تنقل أمراضـاً فيروسية مثل Grapevine fan leaf virus من خلال التربة.

– كما عزلت النيماتودا التالية من عينات العنب :

Pratylenchus, Trichodorus, Helicotylenchus, Longidorus, Tylenchorhynchus, Tylenchulus semipenetrans, Hoplolaimus, Hemicycliophora and *Criconema.*

– وتعتبر نيماتودا التعقد الجذرى من أهم الأنـواع التـى تصـيب العنـب ومنهـا: *M.javanica* and *M.arenaria* التى عزلت من بساتين العنب المتدهورة، يتوقف وجود هذه النيماتودا على نوع التربة حيث تزداد فى الأراضى الرملية عن الأراضى الثقيلة القوام. وتظهر الإصابة بهذه النيماتودا على هيئة بقع متناثرة فى بساتين العنب المصابة patches.

وتنتشر نيماتودا التقرح فى بساتين العنب Lesion nematodes, *Pratylenchus spp* وأهم أنواع تابعة لهذا الجنس تسـبب مشـاكل للعنـب هـى *Pratylenchus penetrans*، *P.vulnus*، *P.minyus*، *P.crenatus* وتسبب هذه النيمـاتودا تقـزم جذور العنب ويختلف الضرر الناشئ باختلاف قوام ونوع التربة.

كما تنتشر النيماتودا الحلزونية *Spiral nematodes, Helicotylenchus spp.* وذلك باعداد كبيرة فى العينات المجموعة من العنب المصاب وهذه النيماتودا ذات تأثير ضعيف على المجموع الخضرى للعنب حتى فى حالة الأعداد الكبيرة (20.000 فــى العينة 250 جم) ومن أهم الأنواع التابعة التابعة لهذا الجنس.

Helicotylenchus pseudorobustus, H.dihystera and *H.elegans.*

كما توجد النيماتودا الدبوسية *Paratylenchus spp.* ومنها *P.projectus* التى توجد فى أنواع التربة الثقيلة. وكلما زادت أعداد هذه النيمـــاتودا كلمـــا زاد الضـــرر الواقع على شجيرات العنب. كما تتواجد النيماتودا التى تسمى بنيماتودا التقصـــف Stubby root nematodes, *Paratrichodorus spp.*, *Trichodorus spp.* ومـــن أهـــم الأنـــواع الموجودة: *Paratrichodorus christiei* and *Trichodorus minor*.

كما تتواجد أنواع النيماتودا الخنجرية والأبريـــة مثـــل *Xiphinema spp,* and *longidorus spp.* والأنواع السابقة الذكر من الأنواع الناقلة للفيروس. ومـــن أهـــم الأنواع التابعة لجنس *Xiphinema* **الأنواع التالية:**

Xiphinema brevicollo, X. americanum, X. elongatum, X. index, X. mediterraneum, X. louisi and *X. diversicaudatum.*

بينما الجنس *Longidorus* فله نـــوع واحـــد *Longidorus brevicaudatus* وتوجد بعض الأنواع النيماتودية مع العنـــب مثـــل *Tylenchulus semipenetrans* The citrus nematode التى تسبب فى الكثافات العالية أضراراً محسوسة للعنـــب. كما يتواجد الجنس *Tylenchorhynchus* فى عينات كثيرة من العنب.

وللنيماتودا *Xiphinema* مواعيد ثابتة تقريباً لحدوث ارتفاعات عالية فى الكثافة العددية وتلعب درجة الحرارة والرطوبة للتربة دوراً أساسياً فى ذلك وكـــذلك تختلـــف طول دورة الحياة باختلاف عوامل عديدة تؤثر على طولها الذى قد يبلغ ثلاث ســـنوات فى بعض الأحيان.

ويصاب العنب بخمسة أنواع من جنس *Meloidogyne* كما يصاب مـن جـنس *longidorus* خمسة عشرة نوعاً ومن أهمهم *L.attenuatis*, *L.elongatus,* أما من جنس *Criconemoides* فهناك سبعة أنواع منها النوع *C.xenoplax* الـذى يسـبب أضرارا شديدة لمزارع العنب. أما من الجنس *Trichodorus* فهناك نوعان شـهيران متطفلان على بساتين العنب وهما: *T.minor*, *T.christiei* . كما توجـد النيمـاتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* على بعض بساتين العنب.

– الأمراض النيماتودية الأخرى المصاحبة لأشجار الموالح :

1- Citrus slump disease نيمـاتودا التقـرح Lesion nematode, ***Pratylenchus spp.***

– هناك أنواع معينة من هذه النيماتودا تكون مصاحبة لأشجار الموالح وهى:

Pratylenchus brachyurus, Pratylenchus coffeae, Pratylenchus vulnus

وهذه الثلاثة أنواع تؤثر تأثيراً سيئاً على الموالح ويختلف التأثير بـاختلاف هـذه الأنواع الثلاثة وما هو جدير بالذكر فإن النوع *P.brachyurus* يؤثر تأثيراً سيئاً على الأشجار حديثة النمو أكثر من الأشجار المعمرة ويقل التـأثير السـئ بزيـادة عمـر الأشجار.

وتسبب *P.Coffeae* تأثيراً سيئاً فـى منطقـة القشـرة حيـث أنهـا نيمـاتودا مهاجرة داخلياً Migratory endo parasitic nematodes وتسبب وجود فجـوات وقرح داخلية نتيجة التغذية والحركـة مثـل مـا يحـدث مـع النيمـاتودا النـاخرة *Radopholus similes*. وعموماً فإن منطقة الأسطوانة الوعائية لا تصـاب عـادة إلا إذا كانت الإصابة شديدة فى مكان واحد. وتتكاثر هذه النيماتودا بدرجة سريعة حتى أنها يمكن أن تصل إلى تعداد 10.000 نيماتودا لكل جرام جذر فى خلال أشهر قلائل ويمكنها أن تعيش لفترة أكثر من 4 شهور بدون وجود جذور العائل. وبعض أنواع هذه النيماتودا *P.vulnus* يصيب فقط شتلات الموالح فـى المشـاتل Citrus nurseries **ويمكن القضاء على هذا** النوع بزراعة الليمون المخـرفش rouf lemon والبرتقـال الحلو sweet orange وذلك لمدة عامين.

2- النيماتودا الغمدية ***Sheath nematodes, Hemicycliophora spp.***:

وتوجد مصاحبة لكثيرة من أشجار الموالح. نوعان فقط أثبتت الدراسـات أنهـم متطفلين على الموالح *H.arenaria* وتسبب وجـود أورام علـى أطـراف الجـذور المصابة وتسبب نقص نمو شتلات الليمون. والنوع الآخر *H.nudata*.

تسبب ظهور أعراض على المجموع الجذرى للموالح متمثلة فـى وجـود أورام Galls عند أطراف الجذور فقط وكذلك الجذور الجانبية ولكن توجد بامتداد الجذور كما فى نيماتودا التعقد الجذرى – فى حالة الليمون المصاب (شتلات) ينخفض النمو بنسبة 36% بعد 5 أشهر على درجة حرارة 30°م. تتغذى على منطقة القشرة والأندودرمس الصغير السن وتسبب موت الخلايا وتكون خلايا مرسيتمية جديدة بواسطة البريسـيكل وهذا بدوره يؤدى إلى تكوين الأورام.

3- نيماتودا التعقد الجذرى ***Root-knot nematodes, (Meloidogyne spp.)***:

وهى نادرا ما تتطفل على الموالح إلا فى بعض المناطق من العالم مثـل تـايوان والهند ولكن نادراً ما تظهر الأعراض المميزة لهذا المرض على جذور الموالح.

4- نيمـاتودا التقصـف **Stubby-root nematodes, *(Trichodorus* and *Paratrichodorus* spp.)**:

وهما قد يتطفلان على جذور الموالح فى بعض مناطق العـالم. وأهـم الأنـواع *T.christiei* وتسبب انتفاخات على الجذور المغذية Feeded roots.

5- النيماتودا الخنجرية ***Dagger nematodes, (Xiphinema spp.)***:

وتسبب هذه النيماتودا قرح صغيرة وبعض الأورام قريبة مـن طـرف الجـذور المصابة ومنها أنواع: *X.brevicolle , X. index, X.basiri*.

ويمكن لهذه النيماتودا أن تخفض نمو البرتقال الحامضى *S.orange* فى مرحلة الشتلات بمقدار 45% ويمكن لهذه الأنواع وغيرها مـن Longidorus, Trichodorus أن تنقـل الفيروسات. كذلك ثبت وجود بعض الأنواع الأخرى مثل *Xiphinema americanum*.

6- النيماتودا الكلوية *The reniform nematode, Rotylenchulus reniformis*:

وتنتشر فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية.

7- النيمـــاتودا الحلقيـــة *The ring nematodes, Criconemella* and *Hemicriconemoides*:

ويمكنهما أن يسببان أضرارا لأشجار الموالح.

- نيماتودا التعقد الجذرى على الموالح ***Meloidogyne spp.***:

سجلت نيماتودا التعقد على الموالح فى فلوريدا *M.arenaria* ولكنها لاتشكل تهديدا لزراعات الموالح. ومن الأنواع التى سجلت *M.exigua, M.incognita, M.javanica and M.indica*. ويعتبر الجنس *M.exigua* ذو أهمية شديدة على زراعات الموالح التى تزرع فى تربة زرعت سابقاً بمحصول القهوة. وتسبب *M.incognita* أوراما على أطراف الجذور على *Poncirus trifoliate*. ولقد وجد فى أيطاليا أن هذا النوع لايسبب إنتاج أكياس بيض على الجذور للبرتقال الحامضى بالرغم من وجود أورام وإناث على الجذور. أما بالنسبة للنوع *M.javanica* فيصيب الموالح فى كاليفورنيا، U.S.A وإسرائيل وإيطاليا.

دور النيماتودا فى الأمراض المركبة

The role of nematodes in disease complexes :

من المعروف فى الطبيعة أنه من النادر ما يصاب النبات بمسبب مرضى واحد يعمل بمفرده. ومن المعروف أن النيماتودا بمفردها تستطيع أن تؤثر بشدة على النبات وتسبب هلاكه ولكن وجد أيضاً أن النيماتودا يمكنها أن تسهل الإصابة بمسببات الأمراض الأخرى. ووجود النيماتودا مع مسببات الأمراض الأخرى مثل البكتيريا والفطر والفيروس يمكن أن يكون مشجعا لهم لأحداث المرض. والأمراض المركبة مثل النيماتودا والفطر أو النيماتودا والبكتيريا أو النيماتودا والفيروس تكون أشد فى تأثيرها وأعظم مما تسببه مسببات الأمراض بصورة منفردة (شكل 131) وتلعب النيماتودا دورها فى أحداث الأمراض المركبة **بأحدى الصور التالية:**

1- تلعب دوراً كناقل لمسببات الأمراض الأخرىVectors or Pathogen Transmission.

2- تسهل عملية دخول المسبب المرضى كحامل له.

3- أحداث مناطق متقرحة مصابة .

4- تعدل من فسيولوجية العائل ليكون فى صالح المسببات المرضية.

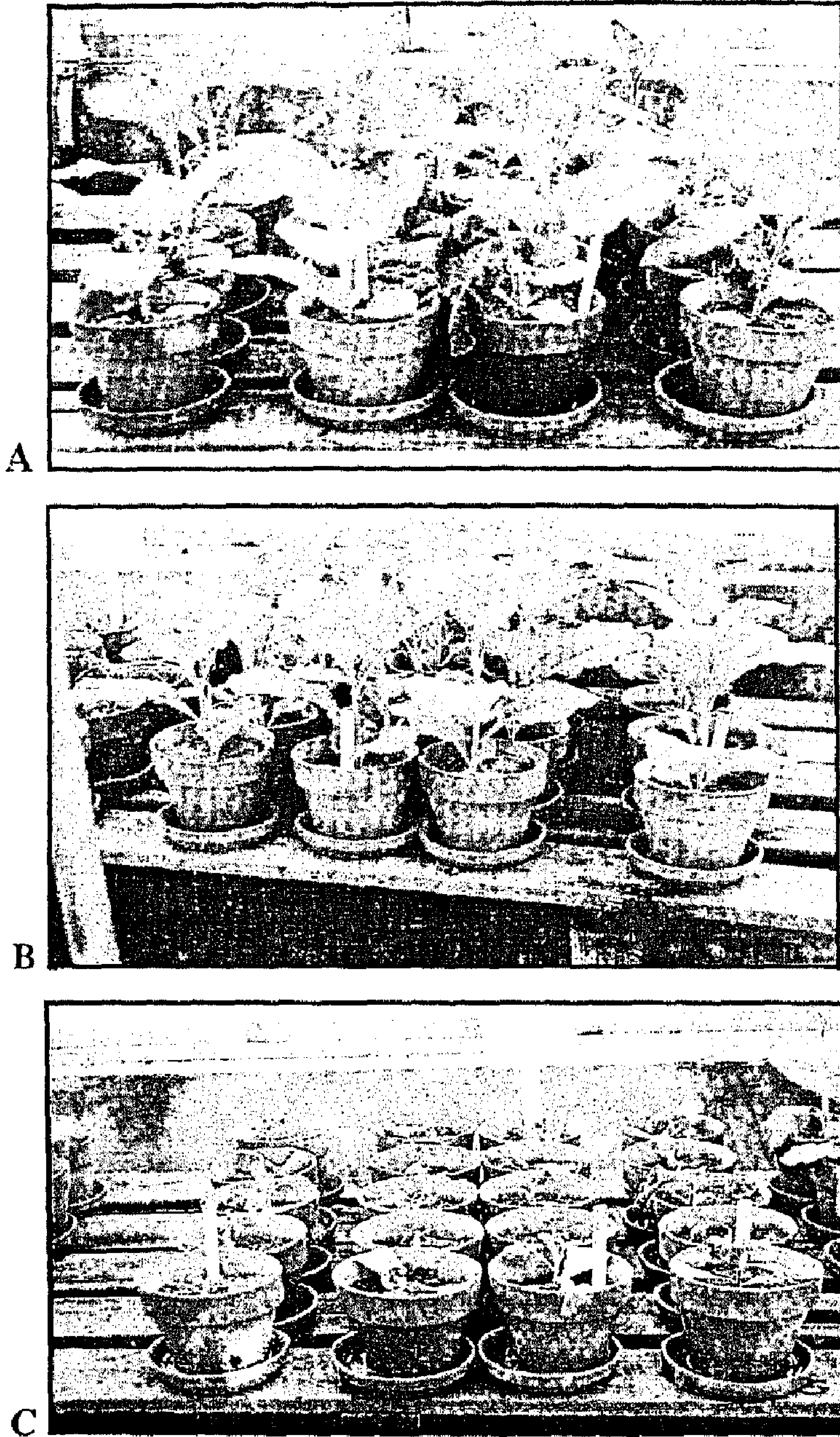
5- تكسر من درجة مقاومة العائل للمسببات الأخرى Breaking Resistance.

- طبيعة الأمراض المركبة The nature of disease complexes:

• نقل مسببات الأمراض Transmission of disease agents:

الكثير من الفيروسات تحتاج إلى عامل حيوى biological agent لأحداث العدوى ونجاح النقل إلى العائل المناسب. وبالرغم من أن النواقل كلها أو معظمها من مفصليات الأرجل Arthropods نجد أن بعض أجناس قليلة من النيماتودا مثل *Longidorus, Xiphinema* and *Trichodorus* تنقل بعض الفيروسات من التربة Soil- borne virsuses ولم يثبت علمياً حتى الآن أن الفيروسات تتكاثر وتتضاعف داخل النيماتودا ولكن ثبت وجود علاقات خاصة بين أنواع معينة من النيماتودا وأنواع معينة من الفيروسات أكثر من كونها (أى النيماتودا) تنقل فقط الفيروس وتحدث جروح فى العائل المناسب وتقوم النيماتودا أيضاً بنقل أنواع من الفطريات والبكتيريا التى تحدث أمراض وكأمثلة على نقل النيماتودا للفطر ما يلى:

النيماتودا *Anguina tritici* تنقل الفطر *Dilophospora alopecuri* إلى المرستيمات الطرفية فى القمح وجرت عملية أحداث الإصابة والمرض فى غياب النيماتودا فلم تؤدى إلى أحداث الإصابة.



تأثير الأمراض المركبة على النباتات Disease Complex

A- نباتات دخان مصابة بالمرض البكتيرى المسبب للـذبول *Pseudomonas solanacearum* لاحظ ذبول عدد قليل من الأوراق.

B- نباتات دخان مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* فى مرحلة مبكرة من الإصابة.

C- نباتات دخان مصابة بالبكتيريا والنيماتودا السابقين. لاحظ التأثير المـدمر الشـديد لاجتمـاع المسببين المرضيين على نبات واحد.

شكل رقم (131)

ومثال آخر فى زيادة إصابة الباذنجان بالفطر *Verticillium dahliae* في وجود النيماتودا *P.penetrans* كذلك فإن النيماتودا *Ditylenchus dipsaci* أحياناً تنقل مسبب المرض البكتيرى (الذبول البكتيرى فى البرسيم الحجازى) *Corynebacterium insidiosum* وفى حالة وجود النيماتودا تكون النتيجة ذبول شديد أكثر منه فى حالة وجود البكتريا بمفردها.

مثال آخر: الدور الذى تقوم به نيماتودا *M.incognita* فى أحداث المرض المركب مع البكتيريا *P.solanacearum*.

- **الجروح Wounding:**

تحدث النيماتودا جروح فى العائل المناسب وهذه الجروح تعمل كمناطق دخول لمسببات الأمراض الأخرى. وهذه الجروح تناسب البكتيريا أكثر من الفطريات لأن البكتيريا عامة أقل فى الأقلمة للاختراق لمنطقة الأبيدرمس.

وتعمل الإصابة والتلف الميكانيكى مكاناً مناسباً لأمراض النيماتودا والبكتيريا بصورة أكثر كفاءة من مناسبتها لأمراض النيماتودا والفطر.

- **التقرحات Necrosis:**

نتيجة الإصابة بالنيماتودا تحدث جروح فى العوائل ينتج عنها تحلل الأنسجة النباتية والتى تكون مناسبة لنمو الكائنات الأخرى الغير متخصصة وربما تكون طفيليات اختيارية Facultative parasites ويمكنها أن تعيش وتبقى على الأنسجة المتحللة وتكون أيضاً قادرة على غزو وإصابة الأنسجة السليمة أيضاً.

ومثال ذلك الفطر *Fusarium oxysporum f.vasinfectum* الذى ينمو جيداً فى أنسجة القشرة المتحللة ويرتبط بالنيماتودا *M.incognita* على القطن ولكن على الأنسجة السليمة يكون نموه ضعيف.

كذلك الفطريات *Botrytis, Aspergillus* and *Penicillium* عادة لاتصيب الدخان ولكنها قد تصبح مسبب مرضى في حالة وجود النيماتودا التعقد الجذرى. القرح التى تحدث بسبب النيماتودا الناخرة *Radopholus simlis* يمكن أن تساعد على شدة

الإصابات بفطريات تعفن الجذور فى الموز وكذلك تلعب هذه النيماتودا دوراً هاماً فى أحداث الأمراض المركبة وتتسبب فى تدهور الموالح. كذلك تلعب النيماتودا *Pratylenchus penetrans* دوراً مساعداً فى أحداث تعفن الجذور فى الخوخ والفراولة.

- **تغيير فسيولوجية العائل Physiologically modified substrates:**

أحداث الإصابة فى العائل بواسطة النيماتودا يحدث تغيير فى العائل لزيادة الإصابة بالكائنات الممرضة الأخرى. وكذلك فإن النيماتودا تغير من الكيمياء الحيوية للعائل أو إنتاج مواد معينة تساعد المسببات الأخرى لإحداث الإصابة Metabolites وقد يحدث العكس من تواجد النيماتودا فيؤدى إلى إنتاج مواد تحطم أو تقلل من مقاومة العائل لمسببات الأمراض الأخرى. دخول نيماتودا التعقد الجذرى إلى العائل قبل البكتيريا أو الفطر كمسببات مرضية يؤدى إلى زيادة الأثر الضار عنه فى الحالة المنفردة (علاقة مشجعة) وذلك عما لو كانت النيماتودا قد دخلت النبات فى نفس وقت دخول البكتيريا أو الفطر. وذلك يبين أن النيماتودا تهيئ العائل من الناحية الفسيولوجية للإصابة بمسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية.

كذلك الحال فى حالة وجود النيماتودا مع مسببات الأمراض الفيروسية فنجد أن الإصابة بالنيماتودا تكون شديدة فى حالة وجودها مع فيروس ممرض.

ولقد حقنت الأنزيمات الهاضمة للنيماتودا *D.dipsaci* فى أبصال وكانت الإصابة بـــ *Botrytis alli* شديدة جداً أكثر مما لو حقنت الأبصال بالماء فقط.

ولذا يعتبر التغيير الفسيولوجى للعائل نتيجة وجود النيماتودا من أهم الأدوار التى تلعبها النيماتودا فى الأمراض المركبة التى تتضمن وجودها.

-التفاعل بين النيماتودا ومسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية :

Interaction with fungal and/or Bacterial Pathogens:

– الأمراض المركبة Disease Complexes:

يمكن تقسيم هذه التفاعلات إلى:

(1) التفاعل بين النيماتودا والفطر Nematode-fungi interaction:

أ- زيادة الأمراض الفطرية بعد الإصابة النيماتودية، مثل :

1- *Meloidogyne incognita + Fusarium oxysporum f. sp vasinfectum.*

على القطن،

2- *Pratylenchus brachyurus + F.oxysporum F.sp. vasinfectum*

على القطن أيضاً،

3- *P.penetrans + Verticillium albo -atrum*

على الطماطم. ومثال:

4- *Heterodera schachtii + Rhizoctonia solani*

على بنجر السكر، ومثال:

5- *Helicotylenchus dihystera + plasmodiophora brassica*

على الكرنب

ب- زيادة نمو النيماتودا وقدرتها المرضية بعد الإصابة الفطرية، مثل:

Verticillium dahliae + P.penetrans على الباذنجان

F.oxysporum f.sp. *cucumerinum + P.penetrans* على الخيار

ج- إنخفاض القدرة المرضية للنيماتودا بعد الإصابة الفطرية، مثل:

F.oxysporum + Heterodera schachtii على بنجر السكر

د- محدودية الأمراض الفطرية بعد الإصابة النيماتودية، مثل :

Aphelenchoides cibolensis + Armillarea mellea

على أشجار Conifers (الصنوبر).

(2) التفاعل بين النيماتودا والبكتريا :

أ- تلعب النيماتودا دوراً فى نقل مسببات الأمراض البكتيرية، مثل:

1- *Anguina tritici + Corynebacterium tritici*

مسببه مرض Yellow slime of wheat

2- *Aphelenchoides ritzema-bosi + C.fascians*

على القرنبيط

ب- تقوم النيماتودا بتهيأة العائل للإصابة بمسببات الأمراض البكتيرية، مثل:
M.incognita + Pseudomonas solanacearum

تسبب مرض Granville wilt of Tobacco تسبب مرض ذبول القرنفل
M.spp + Ps. caryophylli

ج- تلعب النيماتودا دوراً فى نقل مسببات الأمراض البكتيرية التى تسبب الأعفان الطرية، مثل: *Ditylenchus dipsaci + Erwinia rhaponticum*
تسبب أعفانا لبعض النباتات.

د- تسبب النيماتودا تغيير فسيولوجى داخل العائل يؤدى إلى زيادة القابلية للإصابة بالأمراض البكتيرية، مثل: *Criconemella xenoplax + Ps. syringae*
تسبب التقرح البكتيرى فى الفواكه ذات النواة الحجرية.

- كسر المقاومة للأمراض Breaking disease Resistance:

قد تؤدى الإصابة بالنيماتودا إلى تغيير العوائل المقاومة للأمراض الأخرى إلى عوائل قابلة للإصابة بها. الإصابة بنيماتودا التعقد فى الطماطم تؤدى على أن سلالات من *Fusarium* تهاجم الأصناف المقاومة له وتنجح فى ذلك وكذلك الحال فى الدخان.

أصناف البرسيم الحجازى المقاومة للمرض الذبولى *C.insidiosm* يمكنها أن تصاب به وتمرض فى حالة وجود النيماتودا *D.dipsaci*.

-النيماتودا كناقل للأمراض الفيروسية :

Nematode Vectors- Transmission of Plant Viruses :

الدور الذى تلعبه النيماتودا كناقل للأمراض الفيروسية ثبت بصورة علمية فى عام 1958 عندما وجد أن النيماتودا *Xiphinema index* نجحت فى نقلها للفيروس Fan leaf virus فى العنب من عنب مصاب إلى عنب سليم. والنيماتودا التى تنقل الفيروس ظهرت فى عائلتان Longidoridae حيث تتضمن ثلاثة أجناس نيماتودية *Longidorus, Paralongidorus* and *Xiphinema* والعائلة الأخرى *Trichodoridae* حيث تتضمن جنسان *Trichodorus & Paratrichodorus*.

ونيماتودا الـــ Longidorid تنقل الفيروسات المتعددة الأضلاع – Polyhdral shaped وتسمى nepoviruses بينما الــ Trichodorid تنقل الفيروس المستقيم والأنبوبى والذى يسمى tobraviruses.

وهذه النيماتودا تمتلك رمح طويل مجوف تستطيع بواسطته أن تخترق الخلايا فى جذور النباتات وتتغذى على محتوياتها.

والنيماتودا الـــ Longidorids تتغذى أعلى قمم الجذور أوعندها Root tips ونتيجة التغذية تتضخم المنطقة المتغذى عليها وتتقزم الجذور الجانبية. فى جنس Xiphinema تتغذى خلف قمة الجذور وتسبب تضخمات فى نهاية الجذور وقبل النهاية swellings. وتظهر نتيجة التغذية التقرحات والأصفرار فى الأنسجة المصابة. والتضخم الحادث نتيجة التغذية يثبت أن هذه النيماتودا تفرز مواد كيميائية فى منطقة مرستيم الجذر ونتيجة التضخم لايستطيع الجذر أن يستطيل ويتقزم.

أما فى جنس *Trichodorus* فإن التغذية تكون محدودة بمنطقة الأبيدرمس وتسبب وجود تقرحات وتقزم للجذور ونتيجة ذلك تسمى الجذر Stubby-root (تقصف للجذور).

وتنقل النيماتودا الفيروسات الممرضة وذلك عند تغذيتها على أنسجة مصابة بالفيروس وتنقلها إلى أنسجة سلمية عند التغذية مرة ثانية وتبلغ الفترة التى تلزم لنقل فيروس Fan leaf V. من العنب المصاب إلى السليم 5-15 دقيقة وتصل إلى 24 ساعة فى بعض الفيروسات الأخرى - ولاتحتاج النيماتودا إلى فترة معينة Latent period بعد التغذية على أنسجة مصابة بالفيروس لنقلها إلى أنسجة سليمة.

وتستطيع بعض النيماتودا أن تحتفظ بالفيروس بصورة صالحة للعدوى بعد اكتسابه لفترة تصل إلى عام كامل. ومن المعروف أن الفيروسات لا تنتقل إلى البيض.

ويمكن لكثير من النيماتودا بخلاف العائلتان المذكورتان سابقاً أن تتغذى على أنسجة مصابة بالفيروس ولكن لا تنقلهم.

فى النيماتودا الناقلة للفيروس توجد أماكن لحفظ الفيروسات فى أجسامها (مثل منطقة الجسم المرشد أو الغلاف المرشد حول الرمح من أعلى Guiding Sheath) والذى يسمى Odontostyle.

وفى جنس *Xiphinema* وجد الفيروس فى المنطـقة المبطنة لقاعدة الرمح Spear basal part والذى يسمى Odontophore وكذلك المرئ ممتدا حتى الجزء الخلفى من البصلة القاعدية basal bulb.

أما فى أجناس *Trichodorus & Paratrichodorus* فتوجد جزئيات الفيروس فى الجدار البلعومى وفى بطانة المرئ وقناته. وتخرج حبيبات الفيروس مع اللعاب Saliva المفرز من غدد المرئ إلى قناة المرئ الذى يدمص adsorb حبيبات وجزيئات الفيروس من مناطق تخزينه ويخرج الفيروس عند التغذية فى المرحلة الأولى منها ويجب أن تكون الخلايا المحقونة بالفيروس حيه.

ولانتشار الفيروسات بسبب النيماتودا من النباتات المصابة للسليم تتضمن ذلك عدة خطوات:

1- تكاثر الفيروس وتضاعفه فى خلايا العائل النباتى.

2- تغذية النيماتودا على أنسجة النبات المصاب بالفيروس.

3- استبقاء الفيروس فى مرئ النيماتودا المتغذية بعد التغذية.

4- أحداث العدوى بالفيروس للنباتات السليمة نتيجة تغذية النيماتودا المحملة بالفيروس.

ولقد سجل حوالى 22 Longidorids (نوع) وهم (1) *Paralongidorus*، *longidorus* 11 *Xiphinema*، 14 *Trichodorids*. وهم: 5- *Trichodorus*، 9 *Paratrichodorus*. ويمكنهم نقل الفيروسات. **ومن أهم هذه الفيروسات المنقولة:**

Tomato ring spot, tobacco ring spot, peach rosette mosaic, cherry leaf roll, grapevine fan leaf, raspberry ring spot, and tomato black ring.

- الأضـــــرار:

وتسبب الأمراض المركبة من نيماتودا وفيروس ضرراً شديداً للنبات عما لو كانت الإصابة منفردة وتعانى النباتات من استهلاك شديد للمواد الغذاية وتقزم للجذور.

فى فلوريدا تصاب البطاطس بالفيروس tobacco rattle v. الذى ينقل بواسطة نيماتودا Trichodoride ويسبب ما يسمى Corky ring spot وتصبح درنات البطاطس المصابة ذات شكل غير منتظم فى المراحل الأولى للنمو، ثم تتشقق الأنسجة المحيطة بالدرنة وتتكون بقع بنية حلقية على أسطح الدرنات، فى أخر الموسم تصبح الشقوق عميقة والدرنة ذات انخفاضات فلينية على سطحها وبالتالى تصبح الدرنات غير قابلة للتسويق.

الجــزء الثالــث

المكافحة العامة للنيماتودا

الجــــزء الثالـــث

المكافحــة العــامة للنيـماتودا

- **مكافحة النيماتودا Nematode Control:**

مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً يتم بعدة طرق مختلفة متفرقة أو متجمعة **يمكن تقسيمها إلى طريقتين أساسيتين:**

1- الطرق الكيميائية Chemical control methods.

2- الطرق الغير الكيميائية Non-Chemical control methods.

من المعروف أن استخدام الطرق الكيميائية لها مساؤها وأضرارها العامة من زيادة التلوث البيئى والتأثيرات الضـــارة على الإنســـان والحـــيوان والطيور والحشرات النافعة. وهناك جيلين من مبيدات النيماتودا الكيماوية وهى مبيدات النيماتودا التى تسمى مدخنات التربة Soil fumigants ومبيدات النيماتودا الجهازية Systemic nematicides وهى ذات سمية عالية للثدييات وخطره. **والطرق الغير كيماوية تتضمن:**

1- المكافحة الزراعية Cultural control of nematodes.

2- المكافحة بالطرق الطبيعية Physical methods of nematode control.

3- المكافحة بالطرق البيولوجية Biological control of nematodes.

أولا: المكافحة بالطرق الزراعية Cultural control:

وهي تطبيق لمعاملات زراعية مختلفة لتخفيض أعداد النيماتودا المتطفلة نباتياً وتتضمن العديد من الطرق.

1-الدورة الزراعية Crop Rotation:

وهي من الطرق الرخيصة التي تؤدى إلى الحصول على نباتات سليمة صحية. والغرض فيها السماح لزراعة محاصيل معينة بين زراعات المحاصيل المختلفة الاقتصادية كي تعطى فرصة لأن تعود النيماتودا إلى مستويات كثافة عددية منخفضة قليلة مقبولة قبل المحصول التالي. وذلك عن طريق زراعة محاصيل غير عائل للنيماتودا أو غير مناسبة لتكاثر النيماتودا Non-Host Crops وتكون النتيجة نقص واضح في أعداد النيماتودا ويتوقف ذلك على اعداد النيماتودا الأولية ونسبة النقص الحادث في أعداد النيماتودا.

ولانجاح هذه الطريقة الفعالة يجب الإلمام بمعلومات كافية عن المدى العائلي للأنواع النيماتودية السائدة Host-range وأنواع الحشائش السائدة ومدى قابلية الأنواع النباتية للإصابة Susceptibility وكذلك معلومات عن التقلبات في أعداد النيماتودا على مدى الموسم الزراعي Population dynamics وكذلك معلومات عن العلاقة بين الكثافة العددية للنيماتودا Population density والخسائر المتوقعة نتيجة هذا التعداد. ويجب أن يكون العائل النباتي المستخدم معروف للمزارع وسهل تسويقه تجارياً.

إذا اجتمعت هذه الظروف جميعاً يكون استخدام الدورة الزراعية كطريقة من طرق المكافحة استخداماً ممتاز وذو كفاءة عالية وناجحة وخصوصاً إذا ارتبط ذلك بقيمة اقتصادية عالية متحصل عليها من إنتاج العائل (شكل 132).

ويجب العلم بأن زراعة العائل القابل للإصابة بأي نوع نيماتودي معين في صورة متكررة مستمرة سنة بعد أخرى يؤدى إلى زيادة التعداد النيماتودي وزيادة الخسارة

الاقتصادية كزراعة البطاطس فى أرض ملوثة بنيماتودا حويصلات البطاطس *H.rostochiensis* لعدة سنين متوالية وعند إدخال محاصيل غير عائل فى دورة البطاطس فى الأرض الملوثة بالنيماتودا السابقة ارتفع الإنتاج من 1.631 كجم/هكتار إلى 4.515 كجم/هكتار.

ويتوقف طول الدورة المستخدمة من سنين على عوامل مختلفة. وتزداد الصعوبة فى استخدام دورة زراعة معينة عند زيادة المدى العائلى للنوع النيماتودى السائد وانتشار مدى عائلى واسع من الحشائش القابلة للإصابة المنتشرة فى الأراضى الملوثة.

كذلك ووجود أطوار ساكنة أو متحوصلة أو كتل بيض أو ثآليل تحتوى على أطوار يرقية أو بقايا نباتية جافة كل ذلك يجعل من طول الدورة أمر ضرورى. وكذلك الأنواع النيماتودية المختلفة تختلف فيما بينها على القدرة على البقاء لفترات طويلة من عدمه ولا تقل الفترة بين النبات العائل والغير عائل عن سنتان ولا تزيد عن ثلاث سنوات لأغراض تجارية.

ولكن ما يعاب على استخدام الدورة هو ظهور أعداد كبيرة لأنواع لم تكن سائدة من قبل فى التربة وتبدأ فى تشكيل خطورة على العائل كذلك طول الدورة عن سنتان غير مناسب تجارياً كذلك قد يكون النبات الغير عائل المستخدم ذو قيمة اقتصادية منخفضة قد لا يقبل عليها المزارع لانخفاض قيمتها كمحصول نقدى.

قائمة تبين مقدار التلف الناشئ عن النيماتودا من الناحية الاقتصادية والعائد نتيجة استخدام دورات زراعية سليمة مقدرة بالدولار الأمريكى

Nematode assay results					
Nematode species		Number of nematodes [a]		Crop loss hazard level	
Meloidogyne spp.		10547		High	
Paratrichodorus		954		Low	
Heterodera		2078		Low	
Scutellonema		2994		Medium	
Cropping system recommendations الأرباح					
Crop					Expected net profit [b]
One	Two	Three	Four	Five	
Eggplant	Eggplant	Tomato	Pepper	Tomato [c]	1543
Barley	Tomato	Pepper	Tomato [d]	Eggplant	1427
Tomato[d]	Pepper	Eggplant	Barley	Tomato	1298
Worst projected cropping sequence أسوأ تعاقب محصولى					
Tomato	Tomato	Tomato	Tomato	Tomato	447

Notes:
[a] number of nematodes per 500 cm^3 soil
[b] net profit projected in local currency
[c] use nematicide with recommended crop.
[d] use resistant cultivar

شكل رقم (132)

2- التبوير Fallow:

هو حفظ الأرض الزراعية خالية من أى نمو خضرى لفترات طويلة عن طريق الحرث المتكرر أو باستخدام مبيدات الحشائش Herbicides لمنع النمو الخضرى. ويجب أن تبقى التربة بدون أى بذر بعد الحرث، **ويؤدى ذلك إلى تحقيق عاملان رئيسيان:**

1- حرمان النيماتودا من العائل وبالتالى حرمانها من التغذية عليه حيث أنها متطفلات إجبارية وبالتالى موت النيماتودا بعد استنفاذها للمخزون الدهنى بأجسامها. بعض الأنواع لا تتأثر إلا قليلا كما فى نيماتودا الحويصلات *Heterodera spp.* وبقاء الأنواع النيماتودية لفترات مختلفة يتوقف على عوامل عديدة منها وجود بقايا نباتية مصابة فى التربة.

2- الموت الحادث فى النيماتودا يعزى إلى الجفاف الحادث لها ويسبب لها الموت (حيث الجو جاف مع شمس ورياح).

وتنجح هذه الطريقة فى المناطق ذات الأمطار القليلة وارتفاع درجة حرارة التربة ويناسب ذلك فترة حوالى 6 شهور من الجو الجاف لأحداث التأثير المطلوب ويجب أن يكون الحرث مصاحباً لذلك وعميقاً ومتكرراً وخصوصاً بعد سقوط الأمطار للقضاء على أى نموات خضرية جديدة.

وتسمى تلك الطريقة Clean dry fallow وكلما طالت مدته كلما كان التأثير شديداً على النيماتودا المتطفلة. ولكن يعاب على هذه الطريقة أنها مكلفة وصعبة على المزارع أن يترك أرضه بدون زراعة لفترات طويلة. كما أن تركها لفترة طويلة بدون زراعة فى مناطق سقوط الأمطار الكثيرة والعالية يؤدى إلى أفساد الخواص الطبيعية للتربة وقلة العائد الاقتصادى المترتب على ذلك.

وهناك ملاحظة هامة هو أنه لا يجب ترك النباتات المصابة في الحقل بعد جمع المحصول ولكن يجب إزالتها فورا بالحرث الشديد وذلك لتعريض الجذور المصابة للجفاف وكذلك كى لا ينمو النبات ممداً النيماتودا بغذائها المنتقل إلى الجذور من المجموع الخضرى.

ولكن يبقى فى النهاية أنها طريقة ممتازة تعطى نتائج فعالة فى تخفيض أعداد النيماتودا ويمكن تطبيقها فى حالة الأراضى التى تزرع محاصيل ذات قيمة اقتصادية منخفضة وقليلة.

3- الغمر بالمياه Flooding:

وهى طريقة غير مقبولة حيث تغمر الأرض بالماء لمكافحة النيماتودا بها. ولقد وجد فى تجارب قديمة أن للقضاء على نيماتودا التعقد *Meloidogyne spp.* استلزم غمر التربة بالمياه لمدة 12-22 شهر وذلك حين وفرة المياه ويمكن استبعاد مساحات من التربة بدون زراعة ولا يؤثر ذلك على الإنتاجية الزراعية وقد يناسب ذلك

زراعات معينة تحتاج إلى دوام المياه مثل الأرز. وأثبتت بعض التجارب أن غمر تربة الأرز بالمياه لفترة من 4-6 أسبوع قللت بشدة مرض القمة البيضاء White tip فى الأرز والمتسبب عن *Aphelenchoides oryzae*. وقد يقتل الغمر بالمياه اليرقات النيماتودية ولكنه لا يقتل البيض. كذلك فإن الغمر بالمياه لمدة 3 أسبوع قللت من درجة الإصابة بنيماتودا السوق على البنجر.

ويلعب الغمر بالمياه دورة فى التقليل من النيماتودا عن طريق قضاؤه على النمو النباتي وموت النيماتودا جوعاً. كما أن الغمر يقلل من الأوكسجين فى التربة وتقتل النيماتودا باسفكسيا الخنق Asphyxiation. كما أن مياه الغمر لمدة طويلة تحتوى على متحللات عضوية مثل أحماض البيوتريك والبروبيونك والهيدروجين سلفيد وهى قاتلة للنيماتودا Butyric, Propionic acids and hydrogen sulfide.

ولكن قد يعاب أيضاً على هذه الطريقة من إدخال لأنواع نيماتودية جديدة لم تكن موجودة من قبل تعمل كآفات على المحاصيل وكذلك تغيير تركيب التربة وتغير خصوبتها ودرجة الأس الهيدروجين لها.

4- استعمال المادة العضوية Organic manuring:

ثبت فى كثير من الأبحاث أن لوجود المادة العضوية فى التربة تأثير مثبط على النيماتودا السائدة بها مثل تقليل الإصابة فى البطاطس بنيماتودا الحويصلات *Globodera spp.* بعد إضافة المادة العضوية. وإضافة المادة العضوية للبنجر قلل من نسبة الإصابة بنيماتودا الحويصلات *H.schachtii* فى ألمانيا. كما أن المادة العضوية فى التربة قد قللت تطور اليرقات التي أصبحت أبطأ فى التطور وذلك فى نيماتودا حويصلات البطاطس.

كما أن الأعداء الطبيعية فى التربة قد زادت بنسبة محسوسة Natural enemies وبالذات الفطريات المفترسة للنيماتودا Predacious fungi كما أن المادة العضوية تقلل من القدرة المرضية للنيماتودا على المحاصيل المنزرعة بالمقارنة بالتربة الفقيرة

فى المادة العضوية ولكن الذي لا يلاحظه أحد أن تأثير المادة العضوية ليس تأثيراً مباشراً ولكن تأثير غير مباشر ويحتاج إلى وقت.

وكلما كان تحلل بعض الأجزاء النباتية سريعاً فإنه يسرع من عملية نشاط وتكاثر الكائنات الدقيقة فى التربة حيث يؤدى ذلك إلى تجمع ثانى أكسيد الكربون الذى يثبط فقس البيض وحركة اليرقات.

كما أن إضافة المادة العضوية للتربة يحسن من الصفات الطبيعية لها ويجعل درجة حرارتها ثابتة عن التربة الفقيرة التى تختلف فيها درجات الحرارة مما يعطى ظروفاً ملائمة للفقس وخروج اليرقات من الحويصلات، كما أن تحسين الخواص الطبيعية للتربة يحسن من النمو النباتى ويضاعفه بالرغم من وجود الإصابة النيماتودية، كما أن لنوع المادة العضوية المضافة دوراً هاماً فى تشجيع الكائنات الدقيقة كلاً حسب ما يناسبها ومثال ذلك إضافة مخلفات الحمام Pigeon droppings يؤدى إلى تشجيع النمو الفطرى المعادى.

وجد أن مخلفات الماعز goat dung تسبب زيادة نمو الفطر وسرعة تكاثره *Arthrobotrys oligospora*، مخلفات الحصان horse dung تسبب زيادة الفطر *Dactylaria thaumasia* كذلك فإن التسميد العضوى الأخضر Green manuring يقلل من النيماتودا ويساعد على زيادة نمو النباتات (الترمس- البرسيم الخردل) وتصل نسبة النقص فى أعداد النيماتودا 25% وإضافة المادة العضوية قلل أعداد النيماتودا التالية: *M.hapla, P.ornatus, Hemicycliophora* بنسبة 46% - 67%.

وقد تؤدى زراعة المحاصيل النجيلية كغطاء أخضر إلى زيادة إعداد النيماتودا. وتؤدى إضافة المادة العضوية إلى زيادة تحكم التربة فى المياه وقدرتها على الاحتفاظ بها holding capacity مع إمدادها للتربة بالعناصر الناقصة من التغذية الفقيرة كما تساعد على تكاثر الأعداء الحيوية بالتربة.

5- وقت البذر ووقت الزراعة Time of sowing and planting:

كما يحدث فى نيماتودا حويصلات البطاطس بتغيير مواعيد الزراعة تتغير نسبة وجود اليرقات فى التربة بحيث يكون ميعاد خروج اليرقات متأثرا بدرجة حرارة مرتفعة أو وجود جفاف مؤثر. بعض أنواع النيماتودا الممرضة تكون غير نشطة خلال فصل الشتاء وشهوره لانخفاض درجة الحرارة وتأثير ذلك على الأنشطة الحيوية للنيماتودا. وبالتالى فإن زراعة بنجر السكر فى أرض ملوثة بنيماتودا حويصلات البنجر *H.schachtii* فى كاليفورنيا فى شهر يناير أو فبراير تعطى محصولاً أعلى عما لو زرع البنجر فى شهرى مارس أو إبريل.

6- تأثير الأسمدة Influence of fertilizers:

مثل إضافة الكالسيوم سيناميد Calcium cymanide يؤدى إلى التأثير على العائل والنيماتودا حيث يقلل من تأثير النيماتودا حيث يقلل من قدرتها المرضية وزيادة النمو الخضرى ($CaCN_2$) وذلك إذا استخدم بجرعة محسوبة ولأنواع نيماتودية معينة مثل 12كجم/هكتار رش يقلل من النيماتودا الداخلية لجنس نيماتودا التعفن *Pratylenchus* بنسبة 30%. ومن جنس *Paratylenchus* 60% ومن جنس *Hoplolaimus* 75% وقد يزداد النمو الخضرى للنباتات المصابة بالرغم من التأثير الضئيل على النيماتودا الممرضة. إضافة Urea +Calcium cynamide يعطى نتائج جيدة ضد نيماتودا السوق Stem nematodes وخصوصاً عند إضافة السماد قبل البذر Sowing مباشرة وذلك على البقوليات. كما أن الأمونيا السائلة Liquid ammonia تعتبر ذات تأثير قاتل على النيماتودا حيث ترفع الضغط الأسموزى لسوائل التربة Osmotic pressure حيث أن إضافة محلول الأمونيا 25% تسبب ضغط اسموزى3كجم/سم^2 ويكون ذلك قاتلاً للنيماتودا Which has a nematicidal effect حيث يعمل فى هذه الحالة كمبيد نيماتودى.

كما أن استخدام البوتاسيوم كلوريد Potassium chloride يؤدى إلى تقليل الإصابة. وقد تؤدى الكميات الكبيرة من البوتاسيوم على الخيار إلى زيادة التعداد

النيماتودى ومعنى ذلك أن هناك علاقة بين التسميد وبين النوع النيماتودى وكذلك نسبة الأسمدة وكمياتها.

لوحظ أن إضافة أسمدة بنسبة عالية وبجرعة عالية يؤدى ذلك إلى تقليل القدرة المرضية عندما تكون الإصابة خفيفة.

7- محاصيل الغطاء Cover Crops:

وهى التى تنمو فى الشتاء لحفظ التربة Soil conservation حيث تمد حيوانات المزرعة بالعلف فى أشهر الصيف وقد تزداد إعداد النيماتودا عليها أو تقل.

8- معاملات التربة Soil treatments:

مثل Harrowing, Plowing, Loosening (الحرث - وخلخلة التربة) قد تقلل من اعداد النيماتودا فى التربة خصوصاً إذا تكرر الحرث وكان لعمق مناسب. كذلك فإن التأثير الميكانيكى للآلات المستخدمة دوراً فى تخفيض اعداد النيماتودا حيث تتغير أيضاً تراكيب وبناء التربة بتكرار الحرث. وينصح بحرث البقايا النباتية المتخلفة عن المحاصيل السابقة كالقمح والشعير حيث أن تركها فى الحقل للموسم التالى يؤدى إلى زيادة نسبة الإصابة وزيادة التعداد النيماتودى.

-المادة العضوية Soil Amendments:

وهى تخصيب التربة بالمادة العضوية لمكافحة النيماتودا بها **وهناك أشكال عديدة منها:**

1- **Oil cakes:** وهى نواتج عصر البذور لاستخراج الزيت مثل نواتج عصر بذور القطن والفول السوداني والخروع والخردل وجوز الهند والنيم وخلافه.

2- **Green manures:** المادة العضوية الخضراء (نباتات خضراء) وتقلب تحت سطح التربة.

3- **Sawdust and peatmoss** وهى مخلفات من السليولوز وما يشابهها ونشارة الخشب.

4- Dry crop residues بقايا المحاصيل الجافة مثل قش الأرز والقمح بعد الحصاد.

5- Chitin containing compounds المركبات والمنتجات المحتوية على الكيتين والتى تنشط بعض بكتيريا وفطريات التربة المضادة للنيماتودا.

- الزراعة المبكرة Early planting:

وأساس هذه الطريقة أنه في الوقت المبكر من الموسم الزراعى تكون درجات الحرارة منخفضة وأقل من الملائم لنشاط النيماتودا الآفة بينما النباتات تكون إلى حد ما نشيطة عند هذه الحرارة. وبزراعة المحصول مبكراً وحصاده مبكراً قبل أن تتطور النيماتودا وتبلغ maturity (البلوغ) أو قبل أن تحدث ضرراً اقتصادياً يكون العائد اقتصادياً.

- النباتات الصائدة Trap crops (المحاصيل الصائدة) :

والغرض من هذه الطريقة تتلخص فى أمداد الحقل بالنباتات التى تسبب فقس البيض وخروج اليرقات التى تخترق جذور هذه النباتات ثم إزالتها أو قلبها فى التربة قبل تمام تطور النيماتودا أو أنها تشجع النيماتودا ذات التطفل الداخلى الساكنة على الدخول ثم إزالة النباتات بعد ذلك. وقد تسبب هذه النباتات فقس البيض وخروج اليرقات ولكنها تكون غير قادرة على غزو وإصابة جذور المحصول الأصلى وأمثلة ذلك.

زراعة نباتات السلجم Rape لجذب نيماتودا حويصلات بنجر السكر *Heterodera schachtii*. وزراعة الخردل الأبيض White mustard لجذب نيماتودا *H.schachtii* وزراعة محصول Black nightshade, *Solanum nigrum* حيث يشجع فقس وخروج يرقات *G.rostoschiensis* ثم تصاب الجذور بالنيماتودا ولكن لا تتكون حويصلات.

كذلك فإن محصول Crotolaria يستخدم كمحصول صائد وجاذب لنيماتودا التعقد الجذرى. كذلك فإن نباتات القطيفة الفرنسية French marigold تعطى درجات من درجات المقاومة والمكافحة لبعض أنواع نيماتودا التعقد الجذرى وأنواع من نيماتودا التقرح.

-النباتات والأصناف المقاومة Resistant plants and Rootstocks:

من أهم الطرق المستخدمة فى مكافحة النيماتودا وأكثرهم أهمية. فى تقليل الأضرار الناشئة عنها. وزيادة الضغوط البيئية والكيميائية على تعداد نيماتودى معين ينتج عنه تطور سلالات نيماتودية مقاومة تستطيع كسر مقاومة الأصناف النباتية Resistance –breaking pathotypes or races. ويعاب على هذه الطريقة غياب التنافس Competition ويتيح ذلك الفرصة للأنواع الأخرى من النيماتودا والتى لا تشكل أهمية أن تتكاثر وتصبح مشكلة رئيسية لم تكن موجودة من قبل. ويظهر ذلك كمثال فى وجود أكثر من سلالة نيماتودية Race ضد فول الصويا (5 سلالات) ولا يوجد صنف مقاوم لكل هذه السلالات ولكن لواحدة أو أثنين فيؤدى ذلك إلى زيادة نمو وتكاثر السلالات الأخرى وذلك لنيماتودا حويصلات فول الصويا *Heterodera glycines*. وكمثال آخر ظهور الصنف Nemaguard فى الخوخ ضد نيماتودا التعقد الجذرى أدى استخدامه المتكرر إلى هجوم العديد من النيماتودا على هذا الصنف مثل: *Xiphinema americanum, Criconemella xenoplax* and *Pratylenchus vulnus.*

(المقاومة النباتية ضد Plant Resistance to parasitic Nematodes - النيماتودا المتطفلة) :

تعرف المقاومة النباتية لمسببات الأمراض بأنها قابلية النبـــات لتقليـــل أو تثبـــيط أو التجاوز لهجوم المسببات المرضية ويمكن استخدام تعريف آخر أكثر عمومية بأنـــه كمية الصفات الموروثة فى النبات التى تؤثر على التلف الناتج من الآفات.

وتعتبر المضادات الحيوية والتحمل كنوعين من أنــواع المقاومـــة. وفـــى عـــالم نيماتودا النبات فإن المقاومة تعرف بأنها تثبيط لتكاثر الأنواع النيماتودية على النبـــات بالمقارنة بالتكاثر على النباتات التى تفتقر إلى هذه الصفة.

ويجب الفصل بين استجابة العائل النباتى إلى تطفل النيماتودا وبين قابلية النبـــات لتدعيم تكاثر النيماتودا. وعلى هذا فإن النبات القابل للإصابة Susceptible plant قد يكون غير متحمل intolerant للإصابة مع وجود درجات عالية نسبياً من انخفـــاض النمو نتيجة التطفل النيماتودى أو قد يكون متحمل tolerant مع وجود قدر قليل مـــن انخفاض النمو نتيجة التطفل النيماتودى. وبالمثل فإن النبات المقاوم resistant قد تكون متحملا أو غير متحمل.

ويعبر النبات عن المقاومة ضد المسبب المرضى باستخدام طرق مختلفة لقيـــاس المقاومة أو طبيعة التفاعل interaction بين المسبب المرضى والعائل النباتى.

ومن المعلومات الهامة فى مجال المقاومة والتلف الناتج عن المسبب المرضى فى مجال النيماتودا المتطفلة نباتياً وإنه من الأهمية إيجاد نسبة التلف والضرر الناشئ عن كل كثافة نيماتودية ابتدائية Initial population وبالتالى فإنه من الأهميـــة بمكـــان حساب تأثير المقاومة على الكثافة العددية للنيماتودا وبالتالى استخدام المقاومة فى نظم إدارة الآفة. **وهناك العديد من أوجه دراسة المقاومة وهى:**

1- The genetic basis for resistance. الأساسيات الوراثية للمقاومة

2- Mechanisms of resistance. آليات المقاومة فى النبات

3- Breeding for resistance. التربية لإنتاج أصناف المقاومة

4- And bio engineering resistance. استخدام التكنولوجيا الحيوية

وهى تهدف جميعها إلى دراسة المقاومة وكيفية قياسها وكيفيـــة اســـتخدامها فـــى مكافحة وإدارة النيماتودا المتطفلة نباتياً. عادة ما يواجه المنتجين الزراعيين العديد مـــن المشاكل أثناء العملية الإنتاجية مثل ندرة أو قلة المياه أو خصـــوبة التربـــة وانتشـــار

الحشائش ثم الآفات الحشرية ثم العمالة وتكاليف الأجهزة والقيمة السوقية للمنتجات الزراعية. ومع الأسف الشديد لازالت مشكلة النيماتودا أقل أهمية لهم وقد تغفل في كثير من الإحيان over looked ومن أهم أسباب ذلك أن أعراض الإصابة والتلف غير ظاهرة في حالة الإصابة بالأمراض النيماتودية.

وهناك سؤال مطروح هل الأصناف النباتية المقاومة للنيماتودا كافية لتكون بديلاً للمكافحة بالطرق المختلفة (دورة زراعية ومبيدات كيماوية ومكافحة حيوية). الإجابة لا وكذلك كل الطرق الأخرى ليست بديلاً حيث لا يمكن الحفاظ على مستوى دائم وممتد لتأثير مبيدات النيماتودا الكيميائية بالإضافة إلى التأثيرات البيئية الضارة لهذه الكيماويات وتأثيرها على صحة الإنسان (مبيدات النيماتودا الكيميائية تباع في أمريكا بنسبة 1% من مبيدات الآفات الكيماوية).

ومما يصعب عملية المكافحة واستخدام الأصناف المقاومة هو أن العديد من الأنواع النيماتودية تتغذى على العديد من الأنواع النباتية polyphagous مع وجود مدى عائلي واسع لها Host-range كما أن هناك العديد من الحقول تحتوي على مجتمعات نيماتودية متعددة الأنواع poly specific communities وبالتالي تزداد صعوبة الحصول على أصناف مقاومة تستطيع التغلب على كل هذه العوائق - كما أن استخدام المكافحة الحيوية بمستويات تكون قادرة على تخفيض اعداد النيماتودا وخصوصاً في موسم زراعي واحد وخلال فترة زمنية قليلة أو قصيرة Short period of time of a single growing season يعتبر عائق وصعب التطبيق.

ويعتبر استخدام الأصناف المقاومة وسيلة فعالة لزيادة الإنتاجية الزراعية في وجود النيماتودا المتطفلة بكثافات عددية زيادة عن مستويات الضرر الاقتصادي. وباستخدام الأصناف المقاومة تكون الكثافة العددية للنيماتودا بعد زراعتها لموسم أقل من أن لو زرع صنف قابل للإصابة.

ولكن من الأهمية بمكان معرفة أن المقاومة الجزئية لا تكون فعالة بنفس الدرجة ومن المعروف أن استخدام صنف قابل للإصابة من فول الصويا مع وجود كثافة

نيماتودية ابتدائية متوسطة – عالية فإن النيماتودا *Meloidogyne incognita*، تبلغ أعلى كثافة لها بعد حوالى 90 يوم من الزراعة بينما تمتد الفترة إلى 120 يـوم علـى صنف مقاوم جزئياً ويكون التلف شديداً فى الأول وأقل بوضوح فى الثانى.

ويوضح الجدول التالى تأثير المقاومة على النيمـاتودا المتطفلـة علـى بعـض المحاصيل والخضر فى حقول مصابة بها.

المحصول	نوع النيماتودا	الصنف	المحصول
فول صويا	*Heterodera glycines*	قابل للإصابة	2141 كجم/هكتار
فول صويا	*Heterodera glycines*	مقاوم	2908 كجم/هكتار
فول سودانى	*Meloidogyne arenaria*	قابل للإصابة	914 كجم/هكتار
فول سودانى	*Meloidogyne arenaria*	مقاوم	3771 كجم/هكتار
قطن	*Meloidogyne incognita*	قابل للإصابة	530 كجم/هكتار
قطن	*Meloidogyne incognita*	مقاوم	1100 كجم/هكتار

ولقد أوضحت الأبحاث أن المقاومة أدت أيضاً إلـى تحسـن الصـفات النوعيـة والكيفية بالإضافة إلى تحسين الصفات الكمية وزراعة الصـنف المقـاوم لموسـمين زراعيين متتالين يؤدى إلى انخفاض شديد فى أعـداد النيمـاتودا المتطفلـة. ويعتبـر المحصول هو الهدف النهائى الذى يجب أن يتحصل عليه باستخدام الأصناف المقاومة.

- ومن المهم أن نلاحظ أن:

Resistance is not a panacea that will solve all nematode management problems. Major effort will be required to develop high-yielding crop genotypes, with desirable levels of resistance. Resistance is typically a highly specific trait and is expected to be effective against only a single nematode species or even subspecific race or pathotype. It may take years of efforts by traditional transgenic methods to introgress new resistance genes into desirable crop genotypes. Additionally, after development of a resistant

cultivar, that resistance may not be durable if the target nematode species has a high level of genetic variability.

Resistance can be made more durable by pyramiding of multiple resistance genes to reduce the probability of selection and by development of specific resistance deployment schemes that reduce the duration of selection pressure for development of virulent nematode populations.

فى حالة استخدام الأصناف المقاومة للنيماتودا يميل المزارعين إلى زيادة الحماية والوقاية بإضافة نسب غير عالية من مبيدات النيماتودا الكيميائية. ولقد وجد أن وجـود أكثر من نوع نيماتودى فى حقل زراعى واحد يضعف المقاومـة حيـث أن الصـنف النباتى يكون مقاوما لنوع نيماتودى واحد فقط. وفى حالة وجود مقاومة لأكثر من نوع نيماتودى مثل *M.incognita* ، *M.javanica* ، *M.arenaria* تكون هذه المقاومـة المتعددة مرتبطة ببعض الصـفات الزراعيـة الغيـر مرغوبـة Horticulturally undesirable traits وبالتالى تصبح هذه الأصناف غير مستخدمة على نطاق واسع. وقد ينتشر استعمال صنف نباتى معين مع أنه لا يقاوم الإصابة بالنيماتودا وذلك يرجع إلى صفاته الزراعية المرغوبة والمتميـزة Superior horticultural triats ومـن الملاحظ أنه بعد زراعة الصنف المقاوم لفترة خمس مرات على التوالى تنشأ سلاسـلة عنيفة من النيماتودا يمكن أن تكسر مقاومته Virulence فى قضية السلالات المختلفة العنف من النيماتودا وجد أن النيماتودا *H.glycines* لها 16سلالة وفى هذه الحالة نجد أن الأصناف المقاومة يجب أن يحدد لها أى من السلالات النيماتودية يستطيع مقاومتها. وهناك بعض الأصناف النباتية من فول الصويا لها مقاومـة للعديـد مـن السـلالات النيماتودية ولكن للأسف كان الناتج من المحصول فقير نسبياً. **وهناك ملاحظات يجـب الاهتمام بها:**

Grower education programmes are in progress to demonstrate the value of the resistance to the growers. Efforts are on going to identify additional nematode-resistance genes present within the available plant spp. Germplasm resources and to introgress

nematode resistance into cultivars that also have resistance to another deseire pathogens. Introgression of additional resistance genes will increase the durability of the resistance and promote yield stability.

هناك اختلافات عظيمة فى أنواع وأجناس النيماتودا بـين المنـاطق الاسـتوائية والمناطق الباردة وكذلك تمتد هذه الاختلافـات إلـى مسـتوى السـلالات المرضـية pathotypes وهذا التنوع العظيم يكون أكثر وضوحاً فى المناطق الاستوائية ويراعى ذلك عند إعداد برامج مكافحة وإدارة النيماتودا متضمنا إنتاج أصناف مقاومـة، ولقـد وجد أنه فى المناطق الاستوائية الحارة أن دورة حياة النيماتودا أقصر وأعداد الأجيـال فى الموسم أكثر مما يضع ضغوطا كثيرة على المحصول القائم كما أنه وجود أكثر من نوع أو جنس متلازمين فى نفس الوقت على الحصول إلى ضغوط هائلة أكثـر علـى العائل النباتى.

ويعتبر استخدام الأصناف المقاومة فى المناطق الاستوائية من أكثر الطرق كفاءة فى التحكم فى أعداد النيماتودا وبالخصوص فى المزارع الصغيرة small-scale farmers ويعتبر ذلك حل مثالى لمشكلة النيماتودا بها. **وعدم قبول مزارعى المزارع الصغيرة للأصناف المقاومة يرجع إلى التالى:**

1- Nematode resistant Cultivars may be far more susceptible to local endemic but previously innocuous pests and diseases.

2- They may have unacceptably high input requirements.

3- Their quality may be poor in relation to local food preferences and the required cooking characteristics.

4- Their growing period and harvesting time may not accord with the region or.

5- Their appearance and marketability may not be acceptable relative to locally grown cultivars.

ويعتبر التحمل Tolerance من أفضل الصفات فى الصنف المزروع فى منطقة مصابة بشدة بالنيماتودا مع أعطائه محصولا عاليا فى نهاية الموسم. وهذه الصفة قــام بها الزراع بالفطرة قديماً وتقليدياً باختيارهم وانتقائهم المســتمر Farmer selection لصفات الكم والكيف على مدى السنين فى مزارعهم الصغيرة مــع وجــود أصــابات بالنيماتودا عالية الشدة وخصوصا ضد نيماتودا تعقد الجذور المنتشرة بشدة فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية ويلعب الضغط الناشئ والمستمر الناتج من وجود النيماتودا دورا هاماً فى استمرار عملية تقييم واختبار الأصناف المتحملة والمقاومة للينماتودا مع وجود الصفات المرغوبة من إنتاج عال وتحسن فى صفات الجودة والطعم والصــفات الأخرى المرغوبة.

ولقد لــوحظ فـــى الأبحــاث العلميـــة أن المقاومـــة التـــى أحـــدثت بالهندســـة الوراثية Engineered resistance تكون durable قائمـــة لفتـــرة مثـــل المقاومـــة الطبيعية Native resistance.

وعموماً فإن المقاومة تكون أقل فى Durability (البقاء أو الدوام) أو تفقد نتيجة الاختلافات فى مجاميع النيمـــاتودا فـــى التربـــة N.populations أو كانـــت نتـــائج المحصول ضعيفة نتيجة ارتفاع تعداد النيماتودا الأولى خصوصاص فى حالة مـــا إذا كانت المقاومة الموجودة فى الصنف مقاومة جزئية.

- **Resistance** is used to describe the ability of a plant to suppress development or reproduction of the nematode, It can range from low to moderate (partial or intermediate) resistance, to high resistance. A completely or highly resistant plant allows no nematode reproduction, or only trace amounts. Partially or moderately resistant plants allow some intermediate amounts of reproduction. Susceptibility is used as the opposite of resistance, thus a susceptible plant allows normal nematode development to take place, and the expression of any associated disease.

- **Tolerance** and its opposite intolerance, are used to describe the ability of the plant to withstand nematode intection, intolerant plants are injured and grow less well or even die when infected.

  Resistance as it relates to the mode of inheritance can be monogenic (single gene), oligogenic (a few genes) or polygenic (many genes).

  Classification of vertical resistance (race-specific or qualitative, differentiating intra specific variants-race, pathotyes or biotypes- of the pathogen) and horizontal resistance (race-non-specific or quantitative, effective against all variants of the pathogen).

- **Vertical resistance** is usually controlled by one to as many as three genes and is identified with the gene-for gene type of plant-pathogen interaction.

- **Horizontal resistance** is usually poly genically inherited as several minor genes. Generally quantitative resistance tends to be more durable.

- In the nematode, genes for virulence are present that much resistance genes in the host plant. Virulence is defined according to the ability of a nematode or other pathogen to reproduce on a host plant that possesses one or more resistance genes. Virulent nematodes are able to reproduce, whereas a virulent nematodes are unable to reproduce in the presence of specific resistance gene (s).

- An important aspect of virulence is that populations of nematodes comprise a mixture of virulent and avirulent individuals. The frequency of virulent individuals will determine the potential for selection of virulence in the presence of resistant host plants.

- Biotype: Triantahyllo 1987 offered the term biotype as a biological unit consisting of a group of genetically closely related individuals sharing a common biological feature of phenotypic trait, in relation to parasitic ability on given differential hosts.

Field populations may consist of individuals of different biotypes, and combinations of biotypes comprising field populations could be designated as races. Thus, a field population could represent a race with one, two, three or more biotypes and with different proportions of each.

- Race or host- race has been used for categorizing variations within soybean cyst nematode, (*Heterodera* glycines).
- **Pathotype** has been used for potato cyst nematodes, (*Globodera pallida* and *G.rostochiensis*) and for the cereal cyst nematode, (*Heterodera avenae*) and.
- **Biotype** for variations within the stem and bulb nematode, *(Ditytenchus dipsaci)*.

A common, but not unweisal, interpretation of these items has been that races of nematode species are separated. By differential reaction on hosts of widely different plant species.

- Benefits of Resistance فوائد ومزايا الأصناف المقاومة للنيماتودا:

يعتبر استخدام الأصناف المقاومة من الطرق ذات الكفاءة العاليــة فــى مكافحــة النيماتودا وهى طريقة اقتصادية فى ذات الوقت وذلك للمحاصيل ذات القيمـــة النقديــة العالية والمنخفضة – وكلما ارتبطت المقاومة بخاصية التحمل فتعتبر النباتات فى هذه الحالة محمية ذاتياً Self-protected وتعطى إنتاجية عالية فــى الأراضــى الملوثــة بالنيماتودا.

وباستخدام النباتات المقاومة فى موسم زراعى يترتب عليــه انخفــاض الكثافــة العددية للنيماتودا فى الموسم التالى مما يعطى حماية أكثر للمحصول التالى للمحاصيل المقاومة حيث تقل أعداد النيماتودا إلى مستوى غير ضار. وتعتبر الأصناف المقاومــة فى الدول النامية من أحسن الطرق المستخدمة كحل علـــى المـــدى الطويـــل لمشـــكلة النيماتودا Long-term solution كما يمكن إدماجهـــا داخـــل منظومـــة المكافحـــة المتكاملة. وإنتاج أصناف مقاومة للنيماتودا وتطويرها يجرى العمـــل بـــه للنيمـــاتودا

الشـــــديدة التخصـــــص مثـــل *Globodera* و *Heterodera* و *Meloidogyne* و *Rotylenchulus* و *Tylenchulus* ، *Ditylenchus* (شكل 133-134).

والمقاومة تكون فعالة فى حالة ما كانت ضد أنواع نيماتودية لأجناس مختلفة أكثر من المقاومة ضد أنواع مختلفة لجنس واحد. والأصل فى المقاومة يـأتى دائمـاً مـن الأصناف البرية أو من أحدى مشتقاتها وأحداث المقاومة عن طريق أحـداث طفـرات باستخدام الأشعاع يمكن أن يزيد من مستوى المقاومة للنيماتودا.

وعند إدماج صفة المقاومة مع صفة التحمل نجد أن الكثافة العددية الابتدائية التى تؤثر على بداية نمو النبات ترتفع بشدة حتى يمكنها التأثير علـى النـاتج المحصـولى النهائى أى أن أدماج الصفتين أعطى حماية فى حالة وجود التعداد الأولى الضعيف فى أول مراحل نمو النبات.

ولحساب التحمل يجب معرفة الأبحاث المسئولة عن مقارنة معـايير ومسـتويات النمو Plant growth measurements مع الكثافة العددية فى الحقل وإيجاد العلاقـة بينهم، ومن الحقائق الهامة فى حالة عدم توفر الأصناف المقاومة للنيماتودا يكون البديل الوحيد لذلك هو توفر الأصناف المتحملة. وفى حالة عدم القدرة علـى إدمـاج صـفة المقاومة فى المحاصيل يكون من اللازم إدماج صفة التحمـل فـى الأصـناف ضـد النيماتودا. وفى حالة إدماج صفة التحمل فى الأصناف القابلة للإصابة بالنيماتودا يمكن زراعة هذه الأصناف فى أراضى ملوثة بالنيماتودا بمستوى قليل أو متوسط دون التأثير على المحصول بالنقص.

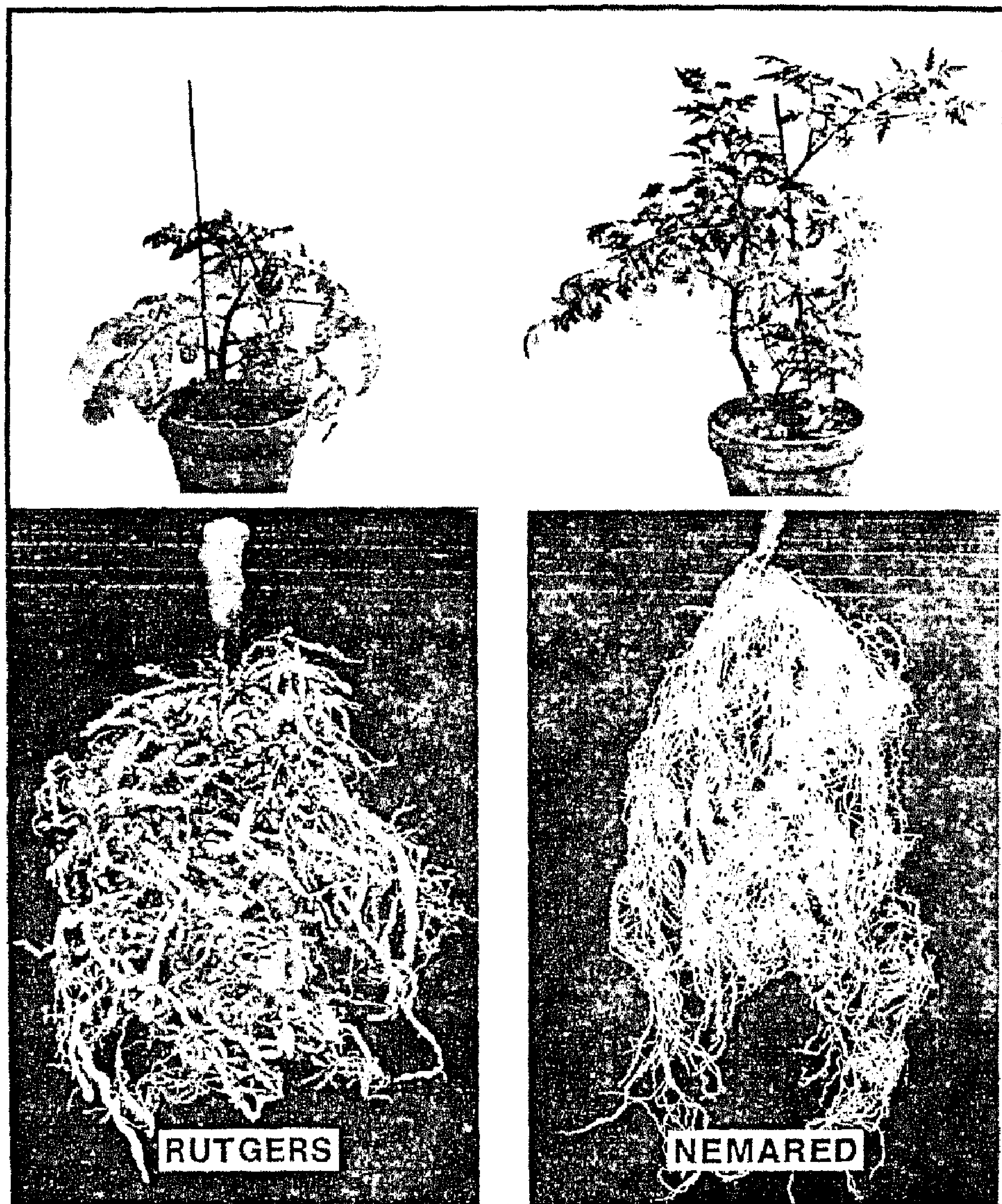
In annual cropping systems, where one to several crops per year may be grown on the same field, nematode problems can be managed by including crops with different levels of resistance and (or) tolerance, either singly or in combination.

وهناك ثلاثة عوامل تتحكم فى مستوى المقاومة فى الأصناف ضد النيماتودا :

1- التركيب الجينى Genetic constitution.

2- التأثير الخارجى للبيئة Environmental effects.

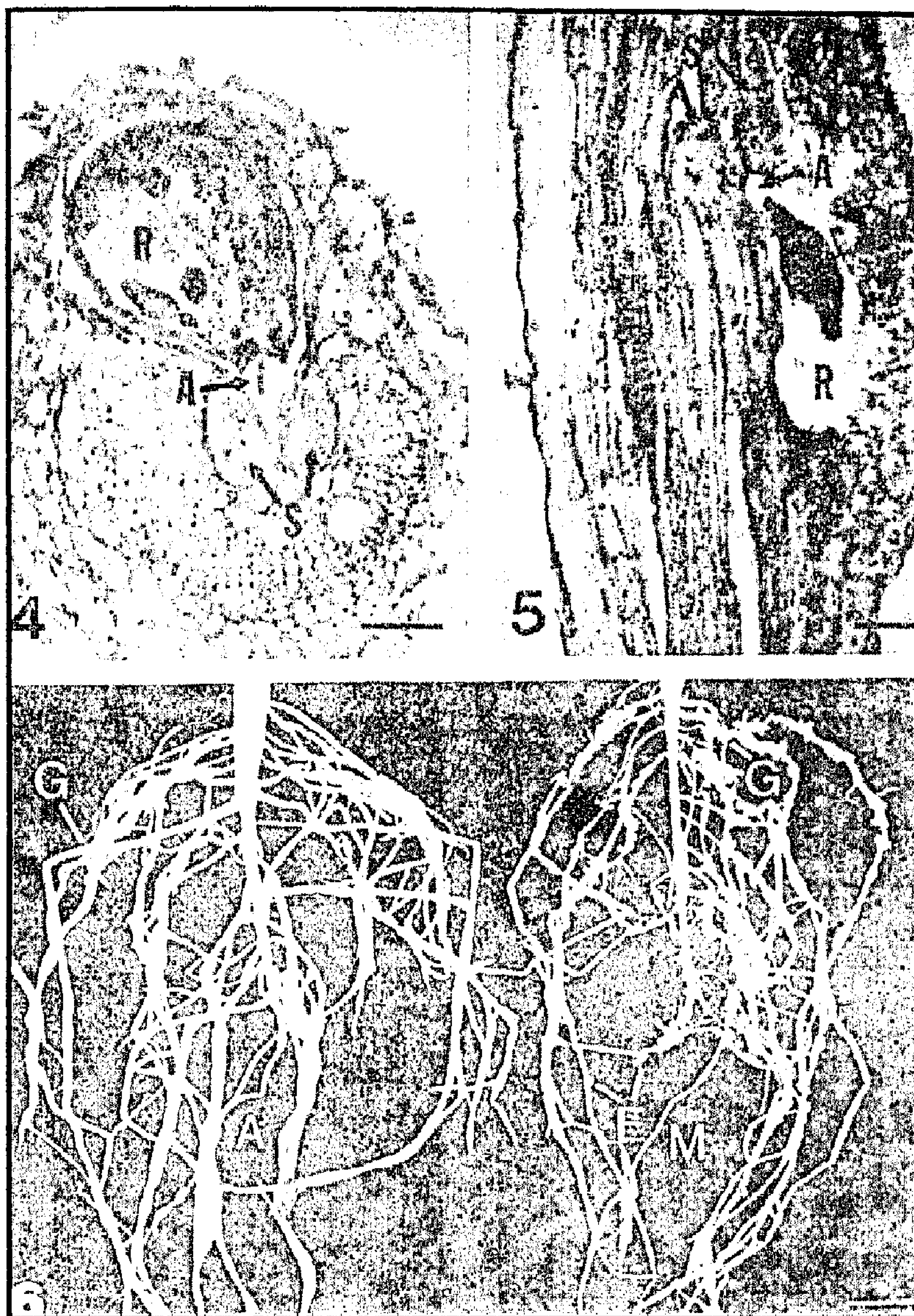
3- مستوى عنف وضراوة السلالة المرضية النيماتودية Virulence status of the nematode population.



صنف طماطم غير مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور

صنف طماطم مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور

شكل رقم (133)



قطاع عرضى لنيماتودا التعقد الجذرى *M. incogntia* على صنف قطن قابل للإصابة **Susceptible**

A- نهاية أمامية للنيماتودا. **S**- خلايا عملاقة محتويه على عدة أنوية.

R- جسم الأنثى المتغذية **5**- قطاع طولى يبين نفس الأعراض التشريحية السابقة.

6- جذور قطن مقاومة للإصابة وقابلة للإصابة تمت عدوتها بالنيماتودا ***M.incognita*** عند الزراعة.

A- جذر يسار يظهر عدد قليل من الأورام الصغيرة G وكذلك قليل من أكياس البيض.

M- جذر يمين يظهر أورام كبيرة وعدد كبير من أكياس البيض (مصبوغة باللون الأحمر G ، E)

شكل رقم (134)

ومن المعلومات الثابتة أن درجات الحرارة العالية يمكن أن تكسر صفة المقاومة في الأصناف أو تقلل من شداتها (28-30°م) وهناك بعض الجينات التى يمكن إدخالها حتى نعطى الفرصة للمقاومة كى تكون ثابتة عند درجات حرارة أعلى من ذلك (أعلى من 34°م) وتسمى هذه الصفة Heat- stable gene .

Heat- stable root-knot nematode resistance for use in production areas that encounter high seasonal temperatures.

ومن الحقائق المعلومة أن المحاصيل العالية المقاومة للنيماتودا يمكن أن تعطى نتائج عظيمة لمدة 2 سنة على الأقل.

وهناك اهتمام متزايد بزراعة بعض المحاصيل ذات القيمة النقدية القليلة Low or non-cash فى الدورة الزراعية أو فى النظام الزراعى للإقلال من إعداد النيماتودا مثل محاصيل الغطاء Cover crops والمحاصيل الصائدة Trap crops وذلك بزراعتها فى موسم قبل زراعة المحصول الرئيسى ذو القيمة النقدية العالية.

وفى حالة استخدام محاصيل الغطاء أو المحاصيل الصائدة يكون ذلك فى حالة عدم وجود أصناف مقاومة أو متحملة وذلك داخل نطاق over all farming operation وفى حالة الحاصلات البستانية المستديمة Perennial قد أمكن تحقيق نجاح فى إنتاج أصناف مقاومة للنيماتودا ذات إنتاجية عالية على مدى زمنى واسع.

ثبات المقاومة Resistance Durability and Nematode Virulence - وعنف السلالات النيماتودية:

The reliance on single major gene resistance in plant breeding has been remarkably successful, despite concerns about its durability because of the potential for selecting virulent nematode populations. The development of resistance- breaking nematode populations has occurred in same instances.

والصنف المقاوم يستخدم عادة فى حقول ملوثة بأجناس وأنواع مختلفة من النيماتودا Poly specific community. فنجد أن أصناف مقاومة لنيماتودا التعقد تكون قابلة للإصابة لأنواع عديدة من أجناس مختلفة مثل *Pratylenchus*، *Xiphinema* ، *Helicotylenchus* ، *Criconemella* وبالتالى يمكن أن تزداد أعداد هذه النيماتودا فى التربة إلى مستويات الضرر الاقتصادى.

- الأنظمة الجينية للنباتات والنيماتودا :

Genetic Systems of Plants and Nematodes :

مقدرة النباتات والنيماتودا للمعايشة والبقاء تبين وجود نظام تطورى للأنظمة الجينية لها وكل نظام يتطور مع أهداف البقاء. وعلى هذا فإن النيماتودا تطور جينات genes للتطفل على النباتات بينما النباتات تطور جينات للمقاومة Resistance ضد النيماتودا وتطفلها. التركيب الجينى للنبات والنيماتودا ومجتمعاتها يختلف والأصناف النباتية تختلف فى تركيبها الجينى أيضاً وبالمثل فإن الأنواع النيماتودية والسلالات المختلفة (Races , biotypes and pathotypes) تظهر دائماً فى الحقول.

- طبيعة الاستجابة النباتية Nature of plant response:

استجابة النبات للنيماتودا تختلف اعتماداً على الصنف النباتى والنوع النيماتودى وكذلك السلالة النيماتودية.

- المقاومة Resistance:

تختلف درجة المقاومة للنيماتودا من مناعة كاملة Immunity وهى درجة عالية من المقاومة إلى مقاومة متوسطة moderate إلى قليلة Low وهذه الاستجابة تتميز بتكاثر نيماتودى منخفض ومحصول عال للصنف.

- التحمل Tolerance:

وفيه استجابة النبات تتميز بالتحمل عندما يكون التكاثر النيماتودى عليه بدرجة كبيرة وينتج الصنف محصول عال بالرغم من زيادة أعداد النيماتودا.

- **القابلية للإصابة Susceptibility:**

وتتميز الاستجابة النباتية للنيماتودا بأنها واضحة حيث يكون التكاثر النيماتودى عالى أو قليل ولكن النبات ينتج محصول منخفض (ويفسر ذلك بعدم وجود جين للمقاومة).

- **الاستجابة بالمقاومة Resistance response:**

تتميز وتعتمد على عدد الجينات التى تحكم عملية المقاومة وآلياتها وتوصف كالتالى:

1- Monogenic وتتضمن وجود جين سائد Dominant gene.

2- Oligogenic تتضمن عدة جينات قليلة سائدة أو منحسرة Dominant or recessive .

3- Multigenic, polygenic وتتضمن عدة جينات Several genes.

- **ثبات المقاومة Stability of Resistance:**

ثبات المقاومة فى الأصناف النباتية ذات صفة monogenic أو Oligogenic تختلف حيث أن أشكال المقاومة هذه تتضمن تأثير واحد أو قليل من الجينات ضد سلالة نيماتودية معينة فى تعداد نيماتودى معين. وعلى هذا فإن قطاعات أخرى من التعداد النيماتودى أو سلالات معينة عليها تطوير جينات للتطفل على نفس الأصناف وهذا يؤدى ويفسر ظهور ظاهرة كسر المقاومة Breakdown in resistance وهى حقيقة ليست بكسر لصفة المقاومة ولكن تطوير جينى لسلالة نيماتودية أخرى يمكنها بعد ذلك من التطفل على نفس الصنف بحيث يصبح قابل للإصابة من حيث الإستجابة. وعلى هذا فإنه تحت تأثير الزراعة المستمرة لصنف نباتى انخفاض المحصول قد يظهر فى الصنف المقاوم سابقاً والذى يتضمن جين أو أكثر قليلاً Monogenic or Oligogenic type resistance.

- المقاومة المتعددة الجينات Polygenic resistance:

تعتبر المقاومة ضد النيماتودا المعتمدة على النوع Polygenic type ذات درجة عالية لأن هذا النوع من المقاومة يتضمن وجود تأثيرات لإعداد كبيرة من الجينات ضد مدى واسع من السلالات النيماتودية فى المجموعة النيماتودية الواحدة. وعلى هذا فإن الصنف المحتوى على هذا النوع الجينى يمكنه مع الزراعة المستمرة إنتاج محصول عالى بالرغم من كل شئ.

- (آلية) ميكانيكية المقاومة Resistance mechanisms:

قد تتضمن :

1- المقاومة ضد الغزو النيماتودى Resistance to invasion.

2- المقاومة خلال وأثناء وبعد الاختراق النيماتودى Resistance during and after penetration.

أولاً: المقاومة للغزو النيماتودى:

هذا قد يتضمن انخفاض فى انجذاب النيماتودا للجذور النباتية القابلة للإصابة من خلال:

1- تثبيط إفراز مواد كيماوية من الجذور تشجع الغزو.

2- إفراز مواد ضد النيماتودا تعرقل التوجيه للنيماتودا disorientations حيث أن انجذاب النيماتودا للنبات تتضمن تحديد مواد حرارية كيماوية. Chemo-Thermal gradients تتضمن إفراز CO_2 ومواد كيماوية أخرى من الافرازات الجذرية وقد ترجع المقاومة للغزو بوجود موانع جينية (أى مسئولة عنها الجينات) Genetic blocks تمنع إفراز تلك المواد الجاذبة للنيماتودا.

3- بعض النباتات تحتوى على مواد ومركبات ضد النيماتودا تعرقل توجيه النيماتودا عن طريق التأثير على جهازها العصبى والتنسيق العصبى أو تحتوى على مواد لها خاصية القتل للنيماتودا.

ثانياً: المقاومة أثناء وبعد الاختراق :

بعض النباتات يحتوى على مركبات لها خاصية قتل النيماتودا أو خصائص لجعل النيماتودا ساكنة Nemastatic properties وتتداخل مع عمليات الاختراق والبقاء فى أنسجة العائل مثل المركبات Alpha-chaconine فى البطاطس المنبته الصغيرة. *A zadirachta indica* (Neem tree) Margosa, وهى تحتوى على مركبين تجعل النيماتودا ساكنة مع الاقلال من نشاطها وتدمر كيوتيكل النيماتودا.

- تأثير البيئة Influence of Environment:

قد ترجع صفة المقاومة في النبات ضد النيماتودا إلى :

1- عوامل وراثية Heritable factors.

2- ظروف بيئية Particular conditions.

قد تلعب الحرارة دوراً فى التأثير على دخول النيماتودا لجذور النباتات. ودرجات الحرارة العالية تقصر من فترة دورة الحياة والحرارة المنخفضة تطيلها وإضافة البوتاسيوم للنبات تتيح إنتاج عال فى وجود النيماتودا بتعداد عال أيضاً. قلة البوتاسيوم تؤثر على تكاثر النيماتودا. إضافة البوتاسيوم بتركيزات عالية يؤدى إلى زيادة تكاثر النيماتودا. كذلك يلعب نوع التربة Soil type دوراً فى الإصابة بالنيماتودا حيث أن كل جنس يناسبه نوع تربة معين. تكرار زراعة نفس العائل بصورة متكررة لعدة سنوات يؤدى ذلك إلى كسر المقاومة للنيماتودا.

- تخليق المركبات المضادة للنيماتودا:

Synthesis of anti-nematode compounds:

- تخليق المركبات الفينوليه Synthesis of phenolic compounds:

فى الأصناف النباتية المقاومة للنيماتودا وجد أن المحتوى الفينولى لها عال وقد يفسر ويدعى أن تخليق هذه الفينولات هو جزء من نشاط جهاز المقاومة ضد النيماتودا

ويبدو ذلك من خلال ظهور اللون البنى والتقرحات necrosis فى أنسجة العائل المقاوم وتثبيط تغذية النيماتودا. كذلك فإن تكوين التيلوزات واللجنين Tyloses and lignins حول مكان الإصابة وتصلب وزيادة سمك جدر الخلايا أيضاً أحد الأنظمة الدفاعية والوقائية. وتكوين الحواجز حول النيماتودا بحيث تمنعها من الغزو أو الانتشار إلى أنسجة أخرى. والأنزيمات المسئولة عن تكوين هذه المركبات الفينولية تزداد فى كميتها فى الأصناف المقاومة مثل زيادة الإنزيم. Phenyl alanine aminolysase (PAL) الذى يدخل فى تخليق المركبات الفينولية فى الأصناف المقاومة للنيماتودا.

- Phytoalexins:

وهى مركبات ذات وزن جزيئى منخفض تخلق وتتجمع فى النباتات بعد الإصابة بالمسبب المرضى. وهذه المركبات تتواجد بتركيزات عالية فى الأصناف المقاومة مثل مركبات. Iso flavenoides, poly acetylenes terpenoids and steroids.

ومادة الــ glyceolin توجد فى أصناف فول الصويا المقاوم لنيماتودا الحويصلات *H.glycines* تؤثر على Oxygen uptake of L_2 ونشاط هذا المركب يختلف باختلاف الأنواع النيماتودية فقد يتأثر بها نوع والنوع الآخر لا يتأثر كذلك تم تحديد المركبات التالية فى الأصناف المقاومة Methox gossypol and Methoxihemigossypol.

- تنشيط التنفس المقاوم للسيانيد:

Activation of cyanide resistant respiration:

تم تحديد المركب Hydroxy proline بتركيزات عالية فى الأصناف المقاومة وهو مركب ذو أهمية فى تنشيط عملية Cyanide resistant respiration التى تمكن النباتات المصابة أو المجروحة فى استمرار التنفس. ومن المعلوم أن 95% من التنفس فى النبات يتم باستخدام نظام Cytochrome oxidase system وهو نظام حساس للسيانيد. 5% من التنفس يستخدم أو من خلال ascorbate oxidase or polyphenol oxidase system وهو مقاوم للسيانيد. الزيادة فىHydroxyproline

تظهر مع زيادة ascorbate oxidase التى تؤدى إلى زيادة إنتاج Ly corine وهو مثبط لحمض الاسكوربيك Ascorbic acid. مادة Hydroxy proline فى الميتوكوندريا تحتوى على بروتينات وهى تزداد فى الأصناف المقاومة وتقل فى الأصناف القابلة للإصابة.

النسبة بين Proline إلى hydroxyl proline تختلف باختلاف الصنف سواء مقاوم أو قابل للإصابة. فى حالة الأصناف المقاومة تقل هذه النسبة حيث يزداد hydroxyl proline ويقل proline. التركيزات العالية من hydroxyl proline تتداخل مع IAA التى تسبب كبر حجم الخلايا hypertrophy وقلة الـ plasticity وعلى هذا كان إنتاج الخلايا المتخصصة للتغذية مثبط.

- Peroxidase and superoxide dimutase:

يزداد نشاط Peroxidase فى الأصناف المقاومة كذلك قلة superoxid dimutase لوحظ أيضاً فى الأصناف المقاومة.

ونتيجة نشاط Peroxidase يؤدى ذلك إلى زيادة إفراز جزيئات الأوكسجين الحرة التى تؤثر على نشاط النيماتودا بالسلب free oxygen radicals.

- Inhibition of development of specialized feeding cells:

تثبيط نمو وتطور الخلايا المغذية الخاصة وهى علامة مميزة ودليل واضح على أن الصنف يتمتع بصفة المقاومة للنيماتودا ومثال ذلك تثبيط نمو وتطور الخلايا العملاقة Giant cells، الخلايا المتضخمة Syncytia، الخلايا المتغذيةNurse cells، وذلك فى الأصناف المقاومة.

كذلك فإن تثبيط تلك المواد المحفزة elicitors التى تدير وتسبب انسياب الانزيمات والهرمونات التى تدخل فى العمليات الكيميائية والفسيولوجية الضرورية لتكوين الخلايا المتخصصة يدخل ذلك فى المقاومة وآلياتها ضد النيماتودا.

- (الإفرازات المتبادلة بين النيماتودا والنبات) دور الأليلوباس فى إدارة ومكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً:

Allelopathy in the management of plant –parasitic nematodes :

الأليـــلوباسى: يعرف بأنه أى تأثير مباشر أو غير مباشر، ضار أو نافع من أى أو بين أى نبات (يتضمن الكائنات الدقيقة) على آخر من خلال إنتاجه لمركبات كيميائية تخرج منه إلى البيئة المحيطة.

والكثير من الأبحاث كانت على التأثير المهلك والضار لهذه المركبات. والقليل من البحوث كان يهتم بالتأثير النافع والمشجع لهذه المركبات.

ويمكن تعريف الأليلوباس مرة ثانية بأنه التأثير الضار لنبات واحد أو كائن دقيق على الآخرين نتيجة إفراز مواد كيميائية ثانوية إلى البيئة وقد يمتد التعريف ليشمل التأثيرين، النبات والحشرة أو النبات والحيوان. وقد يشمل التعبير أيضاً عملية الاتصال الكيميائى بين النباتات وبين النباتات من الكائنات الأخرى هى عبارة عن أليلوباس وقد يشمل التعبير كل هذه العلاقات والتفاعلات بين الكائنات وكذلك النظام الدفاعى فى النبات والأليولوباس يتسبب عن الكيماويات الأليلوباسية فى البيئة المحيطة بالنبات والكائنات المصاحبة.

Allelochemicals ———— Allelopathy

والمقصود بالبيئة هى البيئة الدقيقة المحيطة بهذه الكائنات ويطلق عليها micro environment وتفرز المركبات الأليلوباسية إلى البيئة من خلال الإفرازات exudates، والتطاير من الجذور Volatilization أى المركبات المتطايرة التى تخرج من الجذور أو التى ترشح من الجذور leaching أو من نواتج النباتات وبقاياها وتحللها وتكسرها فى البيئة المحيطة وفى العشرين سنة الأخيرة زادت الدراسات على الأليلوباسى نتيجة التقدم التقنى الذى سهل عملية فصلها Isolation، وتعريفها Identification وتقديراتها الكمية فى التربة.

- الأليلوباس فى مجال نيماتودا النبات Allelopathy in plant Nematology

المركبات الكيميائية فى النبات تؤثر على سلوك النيماتودا مثل انجذابها أو أبعادها من منطقة الجذور وهى التى يطلق عليها اليلوباس تلعب دوراً هاماً فى مجال علاقة النيماتودا بالنبات، ولقد ركزت الأبحاث على دور النباتات والمحاصيل التى تخفض من أعداد النيماتودا واستعملت كطريقة مساعدة فى إدارة ومكافحة الأمراض النيماتودية، ولقد ثبت أن هذه النباتات والمحاصيل تنتج مركبات كيميائية ذات تأثير مبيدى Nematicidal compounds، وباستخدام هذه المحاصيل المخفضة لأعداد النيماتودا يمكن إدخالها فى الدورات الزراعية أو بين المحاصيل أو كمادة عضوية خضراء تضاف للتربة، واشهر مثال على ذلك نباتات القطيفة *(Tagetes spp.)* marigold, وهذا النبات نبات طبى medicinal plants استعمل منذ سنوات بعيدة وهذه النباتات الطبية تحتوى على مركبات أليلوباسية نشطة، ولقد أظهرت الأبحاث أن هناك العديد من أنواع القطيفة مقاومة لبعض الأنواع النيماتودية ويمكن استخدامها بنجاح عند إدخالها بين المحاصيل القابلة للإصابة أو استخدامها كمحاصيل مخصبة للتربة soil amendments ولقد استخرجت المركبات الكيمياوية من القطيفة وأهمها المركب Alpha tirthienyl ذو القدرة العالية على خفض أعداد النيماتودا.

ولقد بينت الأبحاث أن المواد المستخلصة من جذور النباتات أو الأوراق تسبب تأثيرات معاكسة على النيماتودا فى الدراسات المعملية in-vitro تتضمن أو تثبت أدلة واضحة وجلية على أن هذه المركبات تسبب ضرراً للنيماتودا تحت الظروف الطبيعية.

والكثير من النباتات تحتوى أنسجتها على مركبات ذات تأثير الأليلوباس وواعدة جيث وجدت افرازات مشابهة لها فى التربة وفى منطقة الجذور بكميات وافرة.

ولكن مع الأسف لا يوجد بروتوكول علمى متخصص يشبه فرضيات كوخ Kock's postulates التى تبرهن على المرض يمكن أن تستخدم فى إثبات الأليلوباس، ولإيضاح دور الأليلوباس أو إثبات المسبب والتأثير Cause -and- effect

يجب اتباع الخطوات التالية فى التتابع التالى:

1- إنتاج الإليلوباس.

2- إنتقال الأليلوباس خلال البيئة من النبات إلى الكائن المنشود Target organism.

3- تعريض الكائن المنشود لهذه الكيماويات بكميات كافية وزمن كافى لإحداث التأثير.

وتعتبر التربة حالة ديناميكية ومعقدة وهى وسط كيميائى وطبيعى وبيولوجى معقد، والمواد العضوية المفرزة فيها يمكن أن تغيرها وتنقل بالطرق البيولوجية والطبيعية، **ويمكن تلخيص ذلك فى ثلاث مراحل:**

- الاستبقاء، التحولات، الانتقال. Transport, Transformation, Retention.

وعملية الانتقال تحدد كيفية انتقال الكيماويات فى بنية التربة، وهناك العديد من العوامل تؤثر على هذه العمليات فى التربة مثل الكائنات الدقيقة وظواهر التربة.

وتحتاج دراسات الأليلوباس إلى دراسات متعددة من العديد من علماء النيماتودا وعلماء التربة والمركبات الطبيعية والكيميائية وعلماء بيولوجيا المجموع الجذرى.

ولأبحاث الأليلوباس وجهتان مفيدتان:

1- اكتشاف المركبات الأليلوباسية التى قد تؤدى إلى ظهور مبيدات جديدة ذات صفات بيئية معينة.

2- تعريف وإيجاد دورات زراعية ذات كفاءة فى خفض أعداد النيماتودا.

وعند البحث على محاصيل ونباتات اليلوباسية تحتوى على مركبات اليلوباسية يجب البحث فى داخل أصناف هذه المحاصيل حيث توجد أصناف واعدة وأخرى لاتحتوى على أى شئ. وتبين المحاصيل والمركبات الأليلوباسية الدور الذى ينتظرها فى مجال المكافحة المتكاملة للنيماتودا حيث يمكن إدخالها كعنصر فعال ونشط فى هذا المجال خصوصاً وأنها مركبات طبيعية لا تسبب ضرراً للبيئة المحيطة.

وهناك عدة اعتبارات تهم المزارعين فى قبول استخدام وتوظيف المحاصيل والمركبات الأليلوباسية منها:

1- التكلفة.

2- الاحتياجات الزراعية.

3- المتاح من هذه البذور.

4- كفاءة هذه المحاصيل بالمقارنة بالمبيدات التجارية الكيميائية.

وهناك العديد من الأمثلة من النباتات والمحاصيل الأليلوباسية مثل أنواع من العائلة الصليبية خصوصاً بذور السلجم rape seed والخردل mustard والتى تم التعرف على مقدرتها فى خفض أعداد النيماتودا والكائنات الدقيقة فى التربة والحشائش إذا استخدمت فى الدورة الزراعية وتتميز محاصيل Brassicaceae بإنتاج الـ glucosinolates وهى عبارة عن مركبات كبريتية تحتوى على glucosinolates وهى سلسلة كيميائية جانبية قد تكون أليفاتية، أروماتية أو غيرها. وعند تحلل هذه المركبات فإن الـ glucosinolates تنتج D-glucose ومركبات أخرى قد تحتوى nitriles, thiocyanates, isothiocyanates بعض هذه المركبات الجانبية يمكن أن تكون سامة ولقد تم تحديد الكثير من هذه المركبات السامة فى التربة بعد تخصيبها بالمخصبات العضوية ببقايا هذه المحاصيل.

وفى بعض الدراسات وجد أن بذور السلجم rape seed لها المقدرة على أن تكون فعالة قبل الزراعة لمكافحة النيماتودا الخنجرية *Xiphinema americanum* عند استعمالها كمادة عضوية خضراء فى البساتين وكانت النتائج ممتازة بعد خلط المحصول بالتربة وتحلله والذى يمكن أن يفسر بخروج مركبات سامة بكميات كافية تقتل النيماتودا فى منطقة الجذور.

واستخدام هذه الطريقة مرة واحد قد لا تكون كافية مثل المبيدات الكيميائية ولكن التطبيق لمرتين متعاقبتين يعطى نتائج مقبولة.

وتعتبر هذه الطريقة باستخدام النباتات كـــ green manure وتقليبها فى التربة من أنسب الطرق التى يمكن أن تستخدم فى زراعات الفاكهة المستديمة وكذلك من الناحية الاقتصادية.

ولنجاح استخدام المحاصيل الأليلوباسية على نطاق تجارى يجب أن يكون التكنيك المستخدم اقتصادى ومتوافق مع العمليات الزراعية القائمة مع العلم أن الأليلوباس فى التربة يتأثر بعوامل حيوية وغير حيوية biotic and a biotic factors.

-آليات المقاومة فى النبات (التغيرات الكيميائية الحيوية) ضد النيماتودا المتطفلة نباتياً :

ميكانيكية الدفاع فى النباتات المقاومة للنيماتودا ووسائله المختلفة تجعل هذه النباتات غير ملائمة لتطور المسبب المرضى تطوراً طبيعياً وذلك بالمقارنة بتطوره فى النباتات المتوافقة مع المسبب المرضى والمناسب لتطوره ويعرف عدم التوافق Incompatibility بأن الأنواع المختلفة من النباتاث الغير متوافقة تمنع تكاثر كل أفراد النوع النيماتودى.

هناك أنواع نباتية معينة وأصناف نباتية خاصة تكون فعالة فى مقاومة أنواع نيماتودية أو سلالات مرضية منها، هذه العلاقة الغير توافقية بين النبات والنيماتودا تكون محكومة بواحد أو أكثر من آلية من آليات النظام الدفاعى داخل النبات بحيث تحكم تطور وتكاثر النيماتودا.

فى الأنسجة النباتية المصابة بالنيماتودا وجد أن هناك زيادة واضحة فى مستوى الأحماض الأمينية، الأحماض العضوية، النيكليوتيدز، البروتين RNA، DNA، الدهون، الهيميسليولوز، المعادن، وعلى العكس من ذلك وجد أن مستويات الكربوهيدرات، البكتينز والسليولوز واللجنين قد قلت وانخفضتن ولقد لوحظ زيادة نشاط إنزيمات الأكسدة والتحلل نتيجة الإصابة، ومن المعروف أن زيادة نشاط بعض الإنزيمات والكيماويات جزئياً مسئولة عن تخليق الأوكسينات auxins، الهرمونات hormons، الألكسينات النباتية phytoalexins، والكثير من المركبات الأخرى الداخلة والمؤثرة فى آليات الدفاع فى نباتات صنف معين لنيماتودا معينة.

- دور الإنزيمات النباتية فى مقاومة النيماتودا المتطفلة نباتياً كإحدى آليات النظام الدفاعى:

تلعب الإنزيمات التى يكونها نوع نباتى معين غير متوافق مع الطفيل (النيماتودا) دوراً هاماً فى نظام وآليات الدفاع ضد هذا المسبب المرضى. والكثير من الإنزيمات مثل التى تحدث عمليات اللجننة Lignification فى الأنسجة المصابة تلعب دورا هاماً فى هذا المجال وكذلك تلعب إنزيمات البيروكسيداز Peroxidases دورا مماثلاً فى العلاقة بين الطفيل والعائل المقاوم Resistant plants.

من المعروف أن نجاح تطور وتكاثر النيماتودا الساكنة يتوقف على نجاح تكوين أماكن التغذية feeding sites وبالتالى فإن الإنزيمات التى تقتل الأنسجة النباتية حول النيماتودا وفى أماكن التغذية تؤدى إلى فشل تكوين مسببات نجاح تطور النيماتودا المتطفلة وبالتالى موت النيماتودا، ويسمى ذلك النوع من آليات الدفاع والمقاومة بزيادة الحساسية Hyper sensitivity ولقد لوحظ أيضاً أن الإصابة بالنيماتودا فى الأصناف المقاومة تؤدى إلى زيادة إنزيمات الأكسدة ونشاطها وتؤدى إلى زيادة سمك جدار الخلية نتيجة زيادة ترسيب مادة اللجنين فى الجدار.

فى النباتات القابلة للإصابة بالنيماتودا (متوافقة compatible) لوحظ قلة أو تثبيط للمركب Indol acetic acid (IAA) نتيجة أو بعد الإصابة بالنيماتودا، بينما فى الأصناف المقاومة هذا النشاط يزداد، عندما يتم تثبيط إنزيم IAA أوكسيداز قد يسبب زيادة فى الأوكسين ومستوياته الذى يسبب نجاح عمليات الإصابة بالنيماتودا وتطورها وتكاثرها.

وهناك العديد من الطرق المتاحة للنباتات وأصنافه التى يمكن بواسطتها زيادة تركيز نشاط الإنزيمات المسئولة والتى تدخل ضمن آليات المقاومة ضد النيماتودا، ومن المشاهدات العلمية أن زيادة إحدى الأحماض الأمينية مثل الفينايل آلانين Phenylalanine ونشاطه يؤدى إلى زيادة مستوى المقاومة فى النبات ضد النيماتودا المتطفلة.

هذه الإنزيمات وهذه المركبات الكيميائية يمكن أن تقود إلى تخليق بعض المركبات الوسطية مثل الفلافينويدز، اللجنين Legnins والفينول phenol التى يمكن أن تحمى النباتات وتجعله مقاوما للإصابة بالنيماتودا (غير متوافق).

- الأحماض الأمينية Amino acids:

- لوحظ فى أصناف القطن المقاومة للنيماتودا ارتفاع تركيز الأحماض الأمينية الكلية وذلك 6 أيام بعد الإصابة والعدوى، ولقد سجل مستوى الأحماض الأمينية بعد الإصابة فى الأصناف المقاومة فوجد أنه أكثر 1000 مرة فى النباتات السليمة.
- فى نباتات الأرز لوحظ أن الأصناف المقاومة لنيماتودا *M.graminicola* قد ارتبطت بمستويات عالية من أحماض الأسبارتيك aspartic، الآلانين alanine ولكن سجل انخفاض لحمض الفالين valine، التربتوفان Tryptophane، الميثيونين Methionine فى الجذور.
- كما سجل ارتفاع لنسبة البرولين Proline إلى Hydroxyproline فى الأصناف القابلة للإصابة وقلتها فى الأصناف المقاومة فى البطاطس ضد الإصابة للنيماتودا *G.rostochiensis* وهذا يبين ويوضح أن الـــ Hydroxy proline يلعب دوراً فى عمليات وآليات المقاومة ضد النيماتودا.
- كما سجل أيضاً أن فيتامين Ascorbic acid C يكون مرتفعاً فى الأصناف المقاومة ولاتحدث فى الأصناف القابلة للإصابة وهذا يرتبط بالتحكم فى cyanid resistance respiration فى النباتات المصابة وبالتحكم فى كميات حمض الأسكوربيك يمكن زيادة نسبتها وبالتالى زيادة مستوى المقاومة فى النبات ضد النيماتودا، وهذا الدور يمكن أن يتحصل عليه أيضاً باستخدام الجلوتاميك أسيد glutamic acid.

- الفينولات والمركبات الفينولية Phenols and phenolic compounds:

تلعب دوراً هاماً فى المقاومة ضد النيماتودا، العديد من الفينولات كمؤثر كفيتو الكسينز Phytoalexins يتجمع داخل الأنسجة بعد الإصابة وعامة فإن الفينولات

تظهر بصورة طبيعية كجليكوسيدز glucosides وهى غير سامة ويمكن أن تتحلل إلى فينولات حرة بواسطة تأثير glycosidase والموجودة بكثرة فى النبات أو إفرازات النيماتودا، ويمكن للفينولات أن تتحلل إلى glycones أو تتأكسد بواسطة polyphenol oxidases، peroxidases to qunones ولقد لوحظ زيادة نسبة الفينولات فى الأصناف المقاومة من البطاطس ضد نيماتودا حويصلات البطاطس عن الأصناف القابلة للإصابة، ويعتبر الـ chlorogenic acid من أهم المركبات الفينولية، كما لوحظ زيادة الـ coffeic acid فى الأصناف المقاومة للنيماتودا.

- توكسينات قبل الإصابة Pre-existing toxins:

هناك أمثلة عديدة من الكيمياويات التى توجد فى النباتات قبل الإصابة Pre-infectional chemicals وهى مركبات سامة للنيماتودا المتطفلة والتى قد تمنع أو تقلل الإصابة ضد النيماتودا. والنباتات قد تنتج Toxins يمكن أن تقتل النيماتودا مثل نباتات الـ *Asparagus officinalis* التى تحتوى فى سيقانها، أوراقها وجذورها على جليكوسيدز glycosides ضد النيماتودا *T.christiei* والتى تنهار اعدادها حول الجذور لهذه النباتات.

جذور نباتات *T.erecta, Tagetes patula* تحتوى على مركبات terthienyl ومشتقات من bithienyl والتى تحد من نيماتودا *Pratylenchus, Meloidogyne* وتحتوى القرعيات Cucurbitacins على مركبات Tetracyclic triterpynoids تسبب مرارة فى القرعيات وتسبب قلة الإصابات والتكاثر للنيماتودا *M.incognita*.

- هرمونات النمو Growth hormones:

أن تكوين الانتفاخات والتورمات فى أنسجة النبات المصابة تحكمها هرمونات النمو خاصة الأوكسينات auxins وهرمونات النمو تؤثر على تخليق DNA، RNA، والبروتينات وكذلك الـ cytokinesis. ويلعب هرمن النمو IAA دوراً فى أحداث وتطور الخلايا العملاقة فى النباتات القابلة للإصابة. ومعاملة الطماطم خارجياً بالسيتوكينن تزيد القابلية للإصابة فى الأصناف المقاومة ضد *M.incognita*.

الأوكسينز auxins، kinins لا تلعب الدور منفرداً فى القابلية للإصابة أو المقاومة فى الطماطم ضد *M.incoginta*. لوحظ أن إصابة النيماتودا تزيد من السيتوكينز الداخلى.

الأصناف القابلة للإصابة تحتوى على سيتوكيننز داخلى عال المستوى عن الأصناف المقاومة. المعاملة الظاهرية للمركب Naphtalene acetic acid فى أصناف الخوخ المقاومة لنيماتودا *M.incognita* يؤدى إلى أن الجذور تنمو قوية، تتكون الأورام النيماتودية وتتطور النيماتودا حتى البلوغ.

ولقد وجد أن إضافة الـــ Kinetin يزيد من تكون الأورام النيماتودية ويزيد من أعداد الأناث وتطورها بالرغم من أن النمو النباتي لم يتأثر وإضافة مركبات النمو تسمح للمدمج الخلوى syncytia فى النباتات المقاومة أن تعمل لفترة طويلة وتسمح لتطور النيماتودا.

ولقد وجد أن نشاط السيتوكيننز الداخلي يكون أقل في الأصناف المقاومة عن القابلة للإصابة، إضافة مركبات النمو خارجياً يزيد من النشاط. إن إضافة المركبات السابقة خارجياً مثل (منظمات النمو وغيرها) للنبات يسبب حدوث تغيرات مورفولوجية وفسيولوجية وهذه قد تؤدى إلى تحفيز وحدوث المقاومة داخل النبات ضد الإصابة النيماتودية.

ثانياً: الطرق الطبيعية لمكافحة النيماتودا:

Physical methods of nematode control :

1- الحرارة Heat :

وهى من الطرق الناجحة فى مكافحة النيماتودا. ويعتبر زمن التعرض للحرارة Time of exposure ودرجة الحرارة المستعملة من الأمور الهامة والأساسية لهذه الطريقة. ويلزم لكل درجة حرارة زمن تعرض كاف لأحداث التأثير على كل نوع نيماتودى. وتستخدم الحرارة لقتل النيماتودا داخل أنسجة النبات قبل الزراعة مثل الأبصال والكورمات والدرنات وجذور النباتات مثل الكريز انثيمم، الفراولة والموز والموالح.

ويجب تحديد الزمن – درجة الحرارة – نسبة القتل لكل نوع نيماتودى قبل التطبيق على كل عائل ويتم ذلك داخل حمامات مائية يتحكم فى درجة حرارة مائها لفترات يتحكم فيها أيضاً. تختلف الأنواع المختلفة لأجناس النيماتودا الشائعة فى استجابتها وتأثرها بهذه الطريقة. ولقد وجد أن الأطوار الساكنة (الطور اليرقى الرابع) لنيماتودا السوق والإبصال *D.dipsaci* تكون أكثر مقاومة للحرارة عن الأطوار الأخرى ويجب أيضاً الحصول على معلومات كافية عن تحمل النبات العائل لدرجات الحرارة المختلفة التى تعتبر قاتلة للنيماتودا.

ويجب أيضاً تقدير وحساب قدرة الحرارة على التخلل والاختراق الداخلى للأنسجة والزمن الكافى لذلك حتى يمكن حسابه مع الزمن الكافى لقتل النيماتودا أى زمن التخلل + زمن قتل النيماتودا. كذلك يلعب عمر النبات دورا فى عملية تحمله لدرجات الحرارة.

وتسمى هذه العملية Hot- Water treatment أى المعاملة بالماء الساخن وكلما كانت الفروق بين درجات الحرارة اللازمة لقتل النيماتودا واللازمة لقتل النبات كبيرة ومعنوية كلما كان الاستخدام آمن. ولقد تم بنجاح قتل *Aphelenchoides fragariae* على نبات البيجونيا وذلك على درجة حرارة 50°م لمدة 5 دقائق (شكل 135). وتم قتل نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* على درجة حرارة 54، 60.

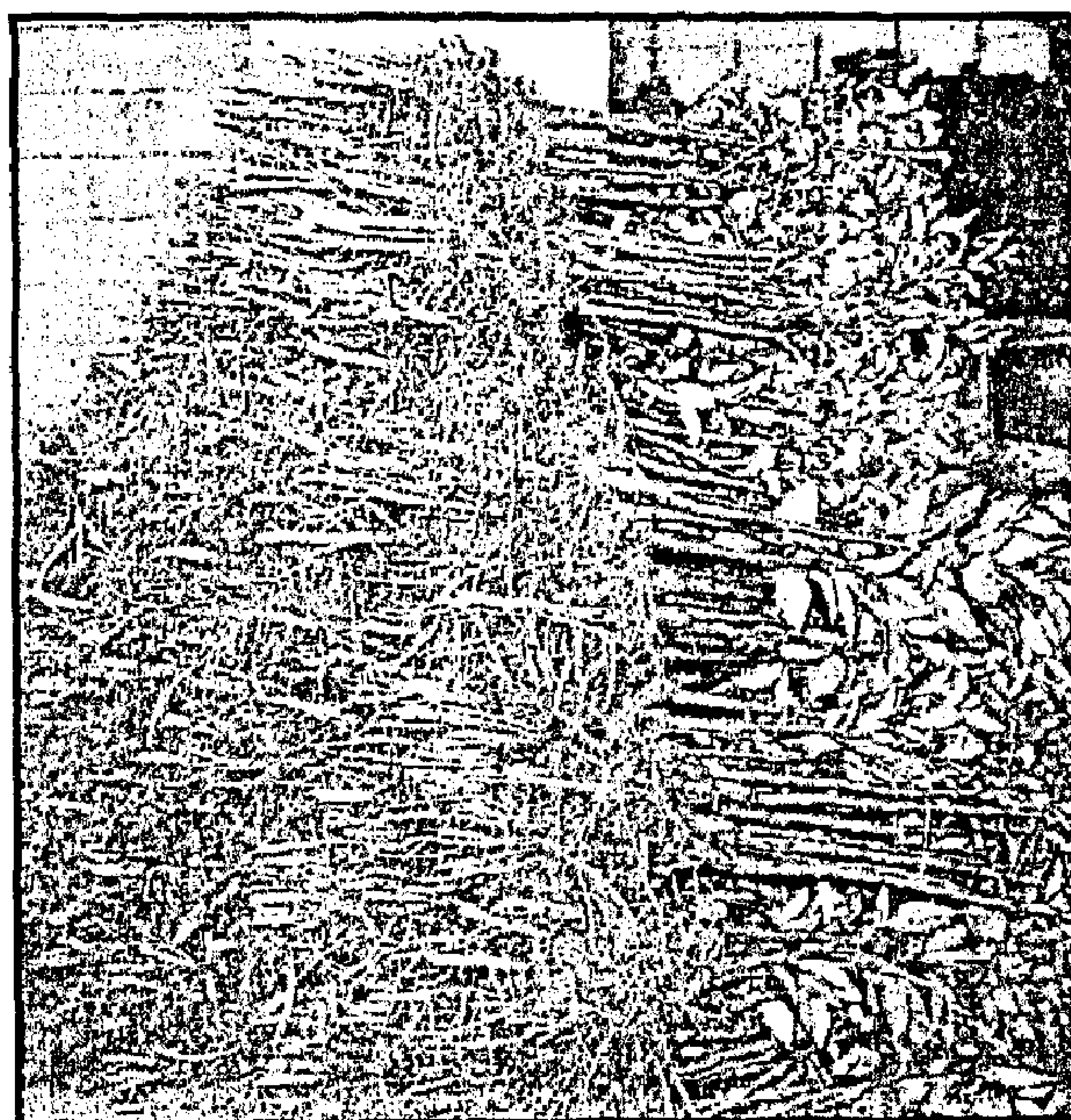
ولقد وجد أنه بإضافة الفورمالين إلى الماء الساخن تزداد الكفاءة فى قتل النيماتودا 0.5 من 40% من محلول الفورمالين وتمت هذه العملية بنجاح ضد النيماتودا الناخرة *R.similis* (شكل 135).

معاملة نباتات الزينة مثل Iris للقضاء على *D.destructor* يحتاج إلى 3 ساعات على درجة حرارة 43.5 مع إضافة 0.5% فورمالين للماء الساخن. ويمكن إضافة الزئبق بنسبة 0.25% بدلاً من الفورمالين وتقليل مدة التعرض للحرارة إلى 1 ساعة أو 1.50 ساعة. تكافح *D.dipsaci* على الفراولة على درجة حرارة 46°م ولمدة 7 دقيقة وللقضاء على نيماتودا الأوراق فى الفراولة يستلزم ذلك نقعها فى الماء

الساخن على درجة 47°م لمدة 10-15 دقيقة وفيما يلى جداول لدرجات الحرارة المستخدمة فى الماء الساخن وأنواع النيماتودا المكافحة والزمن اللازم للعديد من النباتات.



عملية ازالة اشجار الموالح المصابة بالنيماتودا الناخرة تمهيدا لحرقها.



شتلات موالح جاهزة للمعاملة بالماء الساخن للقضاء على النيماتودا الناخرة قبل الزراعة

شكل رقم (135)

-المعاملة بالماء الساخن :

Plant	Nematode	Time	Temperature*	
			°F	°C
Convallaria, rootstocks (pips)	Root lesion	1 hour	110	43.3
African violet, leaves for rooting	Bud and leaf	1hour	110	43.3
Chrysanthemum, dormant plant or stools	Bud and leaf	30 min.	110	43.3
Hyacinth, bulbs when flower spike is formed	Stem and bulb	4 hours	110	43.3
Narcissus (Daffodil), bulbs prior to planting; before root and shoot development	Stem and bulb	4 hours	110	43.3
Shallot, sets before winter storage or spring planting	Stem and bulb	2 hours	110	43.3
Iris, immediately after lifting	Potato rot	3 hours	110	43.3
Crocus, within 2 weeks after lifting	Stem and bulb + Bud and leaf	3 hours	110	43.3
Begonia, submerge pot and all	Bud and leaf	30 min.	116	46.7
Garlic cloves, just prior to planting	Stem and bulb	25 min.	120	48.9
Gladiolus, corms	Root knot	10 min.	122	50.0
Onion, sets before winter storage	Stem and bulb	20 min.	122	50.0
Caladium tubers	Root knot	25 min.	122	50.0

* Tubers, bulbs, corms and "stools" should be presoaked 1 to 2 hours in tepid (lukewarm) water before treatment; all hot water treatments should be followed by immersion in cool water. Drain and dry thoroughly after treatment if materials is to be stored.

Hot water treatment

Plant	Nematode	Time	Temperature	
			°F	°C
Dormant chrysanthe-mum plants "stools"	Chrysanthemum foliar nematode, *Aphelenchoides Ritzemabosi*	15 minutes	118	48
Citrus nursery stock	Citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*	10 minutes 25 minutes	116 113	46.7 45
Citrus nursery stock/ Bare rooted	Burrowing nematode, *Radopholus similis*	10 minutes	122	50
Potted Begonia plants	Strawberry spring dwarf nematode, *Aphelenchoides fragariae*	1 minute 3 minutes	120 115	48.9 46
Strawberry plants/ dormant roots	Cobb' lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*	7 minutes	121	49.4
Dormant peony roots	Root –knot nematodes, *Meloidogyne spp.*	30 minutes	120	49
Dormant grape rootings	Root-knot nematodes, *Meloidogyne spp.*	5 minutes	125	51.5
Dormant grape rootings	Root lesion nematodes, *Pratylenchus spp.*	5 minutes	125	51.5
Sweet potatoes	Root-knot nematodes, *Meloidogyne spp.*	65 minutes	116	46.7

A modification of the hot water treatment involves submerging the plant in a combination of water and formalin. A chart is included showing the methods of hot water- formalin treatment for certain plants infested with different species of nematodes.

Hot water formalin treatment

Plant	Nematode	Pre- Soak	Time	Temperature	
				°F	°C
Narcissus bulbs (daffodils)	Stem & bulb nematode. *Ditylenchus dipsaci*	0.5% formalin +0.1% detergent for 30 min	4hrs	110	43.3
Iris bulbs	Potato rot nematode. Ditylenchus destructor	0.5% formalin +0.1% detergent for 30 min	3 hrs	110	43.3
Easter lily bulbs	Strawberry spring dwaf nematode, *Aphelenchoides fragariae*	0.1 % formalin for 1 hour	1 hr.	111	44
Garlic cloves	Stem & bulb nematode. *Ditylenchus dipsaci*	0.5% formalin +0.1% detergent for 30 min	20min.	120	49

وتختلف الأصناف النباتية فى درجات الحرارة اللازمة حيث تختلــف حساســية الأصناف للحرارة عن بعضها. ولقد وجد بعض الباحثين أن نيماتودا الكريــز انثيمــيم *A, ritzemabosi* تتحمــل درجــات الحــرارة العاليــة عــن نيمــاتودا الفراولـــة *A.fragariae* ولقتل النيماتودا *Pratylenchus penetrans* فى جذور التفاح يستلزم درجة حرارة 46.1°م لمدة 30 دقيقة. وإذا نقعت الجــذور مباشــرة بعــد المعاملــة بالماء الساخن فى ماء بارد فإن ذلك يخفف من التأثير على النباتات ويستحسن إجــراء المعاملة فى يناير. واستخدام الحرارة 55°م لمدة 20 دقيقة كان كافيــا للقضــاء علــى نيماتودا *Helicotylenchus, Radopholus similis, Meloidogyne* فى ريــزوم نباتات الموز.

وعموما فإن استخدام معاملة الماء الساخن يكون مفيداً فى القضاء على الفيروسات ومسببات الأمراض النباتية أى أن الفائدة تكون مزدوجة ومتعددة لمعاملة واحدة.

2- التعقيم بالبخار Steam sterilization:

وهو نوع من معاملات الحرارة المرتفعة للتربة وتستخدم بشـــدة فـــى الصـــوب الزجاجية. ويدخل البخار إلى التربة من خلال مواسير مثقبة مدفونة فى التربة. ويجب أن لا تقل الحرارة عن 180° ف لمدة 30 دقيقة. ويجب أن لاتكون التربة رطبة جـــداً أو جافة جداً أو باردة جداً. وتصبح العملية بدون جدوى إذا كانت التربة جافة جداً (فى حالة وجود حويصلات جافة تكون أكثر مقاومة للحرارة العالية عن الحويصلات الغير جافة). أى أن وجود الرطوبة يجعل الحويصلات حساسة لدرجات الحرارة. تتميز هذه الطريقة بسرعة الأداء والكفاءة وليست سامة أو خطرة للإنسان. ويمكن استخدام التربة للزراعة بعد برودتها مباشرة. وتؤدى الطريقة أيضاً إلى القضـــاء علـــى الحشـــائش. وتؤدى أيضاً هذه الطريقة إلى تحسن خواص التربة الطبيعية والتهوية وتصبح العناصر الغذائية فى متناول النباتات. ولكن وجود المادة العضوية بكثرة يؤدى إلى تسمم بعض النباتات وقد تقل نسبة أنبات البذور.

3- الحرارة الجافة Dry heat:

ويستخدم لذلك اللهب السطحى لتعقيم أسطح التربة flash-heat وذلك بالحركـــة المستمرة فوق التربة المراد تعقيمها حتى الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة. ويمكن أيضاً استخدام وتطبيق الحرارة الجافة داخل التربة. ويمكن خارجياً وداخلياً مع بعض.

ويمكن تعقيم كميات من التربة بإدخالها داخل ماكينة وتخرج مـــن مخـــرج فـــى نهايتها بعد تعرضها لدرجات حرارة محسوبة ولزمن محسوب. ولكن يعاب على هـــذه الطريقة تأثيرها المدمر للمادة العضوية المصاحب للتربة.

4- استخدام الكهرباء Application of Electricity:

تستخدم للتجارب فقط وباستخدام تيار كهربائى ذات فولت عـــالى high voltage current.

5- استخدام أشعة جاما وأشعة الالترافيولت وذبذبات الموجات فوق الصوتية:
Effect of gamma rays, ultraviolet rays, and ultrasonic vibrations:

ولها قيمة نظرية أكثر منها عملياً، والتجارب أثبتت أنـه لابـد مـن الحصـول على جرعات عالية جداً لقتـل النيمـاتودا حيـث كانـت الجرعـة اللازمـة لقتـل *Pratylenchus penetrans* هي 1000.000 رونتجن roentagens واليرقات فـي حالة السكون أكثر مقاومة من اليرقات النشطة والنباتات عموماً أكثـر حساسـية مـن النيماتودا لأشعة جاما واكس.

وأثبتت التجارب أيضاً مقاومة النيماتودا لذبذبات الموجات الفوق صوتية حتى وأن تعرضت النيماتودا لفترات تعريض طويلة.

6- الضغط الأسموزى Osmotic pressure:

تسـتطيع النيمـاتودا *M.incognita acrita, T.semipenetrans* أن تتحمـل التركيزات العالية من الأملاح في التربة في نفس الوقت قد تتلف النباتـات المعرضـة لنفس التركيزات.

إضافة السكروز والدكستروز بنسبة 1-5% للتربة من وزنها لقتل النيماتودا بنسبة 100%. وهي طريقة لا تمثل خطراً على الإنسان والحيوان وغير ضارة للنبات. ولكن يعاب على ذلك أحداث خللا في التربة في تعداد الكائنات الدقيقة بها كما يحدث خللاً في كمية النيتروجين المتاح. ويعاب أيضاً عليها أنها غير عملية ومكلفة وتسـبب اهـدارا لخصوبة التربة وأحداث خلل في بناء التربة وقوامها.

7- استخدام الطاقة الشمسية فى مكافحة النيماتودا :
Soil solorization for nematode control :

استخدام الحرارة في مكافحة النيماتودا تعتبر من الطرق القديمة التي استخدمت في هذا المجال- معظم النيماتودا تقتل على درجات حرارة أعلى من 48°م. ويمكن زيادة درجة حرارة التربة باستخدام البخار الساخن والحرارة الجافة وكذلك التعقيم باستخدام

الطاقة الشمسية. ومن المعلوم أن استخدام البخار يقتل النيماتودا فى التربة وكذلك يقتل الكائنات النافعة والصديقة كذلك مع تغيير بناء التربة. وفى طريقة اســتخدام الطاقــة الشمسية يتم نقل حرارة الشمس إلى التربة عن طريق تغطية التربة وسطحها بشــرائط البولى اثيلين لفترة محددة مع توفير رطوبة كافية أسفل هذه الشرائط لفترة التعــريض التى تستمر لفترة لا تقل عن 6 أسابيع إلى 8 أسبوع فى أشهر الصيف الساخن فى عدم وجود العائل. **ولإجراء هذه الطريقة تتبع الخطوات التالية:**

1– تزال تجمعات التربة والكتل الكبيرة أثناء الحرث والتقليب لإعداد التربــة للتعقــيم باستخدام الطاقة الشمسية كذلك تزال بقايا النباتات من التربة.

2– ترطب التربة قبل التغطيــة حتــى يمكــن للحــرارة أن تتواصــل فــى التربــة Conductivitiy حتى تصبح الطريقة فعالة وتصل الحرارة إلى أعماق مناسبة.

3– تجرى هذه العملية أثناء شهور الصيف ذات معدل سطوع شمسى عــالى ودرجــة حرارة عالية.

4– يجب أن تكون شرائح البولى اثيلين شفافة وقوية وتتحمل أشعة الشــمس والأشــعة فوق البنفسجية والبولى اثيلين الأسود يعكس الحرارة وبالتالى تقل فعاليته.

5– يجب فرد شرائح البولى اثيلين جيداً ويجب ملامستها لسطح التربــة جيــداً وعــدم وجود أكياس هوائية ويجب أن تثبت أطرافه حتى لا تحركها الرياح .

6–عند إزالة شرائح البولى ايثلين يجب اتخاذ الحيطة من عدم الخلط بين التربة المعقمة جزئياً بالطاقة الشمسية وبين التربة الغير معقمة حتى لا يحدث تلوث ويجب أن يتم أعداد الأرض للزراعة قبل تطبيق الطاقة الشمسية ويجب أن تتم الزراعة مباشــرة بعد إزالة شرائح البولى اثيلين.

ومن المعلوم أن التعقيم بالطاقة الشمسية تفيد أيضاً فى الــتخلص مــن أمــراض التربة الكامنة من فطريات وبكتريا وخلافه كبــذور الحشــائش والأطــوار المختلفــة لحشرات التربة.

ويمكن الحصول على نتائج جيدة باستخدام هذه الطريقة حتى أعماق 90سم ولقد بينت النتائج العديدة لعشرات الأبحاث المختلفة أن الزيادة المحصولية كميا وكيفياً كانت معنوية بعد استخدام هذه الطريقة الفعالة مع انخفاض واضح وملموس لأعداد النيماتودا فى التربة.

ومما يساعد فى فعالية هذه الطريقة أن تكون الشمس ساطعة فى أشهر الصيف بدون سحب وتوفير ساعات كافية للتعرض لأشعة الشمس. ويمكن تطبيق هذه الطريقة فى الحقول المصابة بالنيماتودا حيث أن الإصابة بها تكون منتشرة على هيئة بقع patches يمكن التطبيق فيها بسهولة وكذلك مهاد البذرة والمشاتل والصوب الزراعية. وكلما كانت شرائح البولى اثيلين غير سميكة كلما كانت فعالة (1-2 ملى) لأنه يسمح بمرور أكثر لأشعة الشمس. يمكن ترك الشرائح على التربة فى الخضار mulch ويمكن الزراعة تحته ويعتبر مفيداً فى هذه الحالة. والتربة المغطاة بشرائح البولى اثيلين ترتفع فيها درجات الحرارة عن التربة الغير مغطاة بفارق 14-23°ف. وتصل الزيادة فى المحاصيل إلى 48% وتصل نسبة الانخفاض فى النباتات الذابلة إلى 72%.

ثالثاً: المكافحة الحيوية Biological control

جميع كائنات التربة التى تعتبر متضادة مع النيماتودا antagonistic ويمكن استخدامها لمكافحة النيماتودا تعتبر وسائل مكافحة حيوية Biological Control agents وكذلك استخدام وتطبيق المادة العضوية المتحللة فى التربة يمكن اعتباره إحدى وسائل المكافحة الحيوية.

- المادة العضوية Organic amendments:

لوحظ فى التربة الغنية بالمادة العضوية انخفاضاً ملحوظا فى اعداد النيماتودا المتطفلة نباتياً. والمادة العضوية المضافة للتربة تحتوى على أنواعاً عديدة منها طبقاً للمصدر الذى تأتى منه مثل (بقايا المحاصيل المختلفة Crop residues والمادة العضوية الحيوانية المصدر). كذلك البقايا المتحصل عليها من عمليات استخراج الزيوت من البذور النباتية Oil cakes سجلت نتائج مشجعة عند إضافتها للتربة فى خفض اعداد النيماتودا التابعة لأجناس *Tylenchulus semipenetrans,*

Meloidogyne. كذلك فإن استخدام نشارة الخشب واليوريا كانت فعالة فى هذا الاتجاه أيضاً.

كما سجلت انخفاضات ملموسة فى إعداد *Heterodera tabacum* بعد استخدام التسميد العضوية ذو الأصل السيليولوزى Cellulose amendments. كما أن استخدام بعض الزيوت النباتية Plant oils سببت انخفاضاً فى أعداد *Pratylenchus penetrans* ولقد سجل أيضاً فى كثير من المركبات التى ينتج عن تحللها نيتروجين أنها مسئولة عن خفض إعداد النيماتودا. كذلك عزى نفس التأثير لمركبات الكيتين Chitin التى تستخدم كمادة مضافة للتربة.

ولقد عزى تأثير هذه المركبات إلى النقاط التالية:

1- أن المركبات المنتجة من تحلل المادة العضوية ذات تأثير سام مباشـــر للنيمـــاتودا النباتية.

2- وجود مواد منتجة نتيجة تحلل المادة العضوية تزيد اعداد البكتيريـــا فـــى التربـــة وكذلك كثير من الأعداء الحيوية لها وزيـــادة تكـــاثر النيمـــاتودا المتغذيـــة علـــى هذه البكتيريا والتى سرعان ما تهاجم النيماتودا المتطفلة أى أن تشـــجيع سلاســـل غذائية تساعد على زيادة اعداد الأعداء الحيوية فى التربة كانت نتيجة الإضـــافات العضوية للتربة.

3- كما أن البعض من العلماء فسر دور المادة العضوية بحدوث تغييرات فى الحالـــة الطبيعية والكيميائية للتربة والتى يمكنها أن تغير من علاقـــة العائـــل بالنيمـــاتودا Host-nematode relationship.

4- كما أن المادة العضوية وتحللها يمكن أن يغير من فسيولوجية العائل بحيث يصـــبح أكثر مقاومة للنيماتودا وتطورها. وكما يعزى التحسن الســـريع والواضـــح لنمـــو الجذور إلى الإضافات العضوية للتربة مما يؤدى إلى حســـن اســـتخدام العناصـــر الغذائية الذى يحجب تأثير النيماتودا الضار.

- نواتج التحلل الميكروبى للمادة العضوية:
Microbial decomposition products :

هناك عدد لا يحصى من الكائنات الدقيقة فى التربة التى يمكنها وقادرة على تحليل النباتات وبقاياها والبقايا الحيوانية فى التربة ونتيجة هذا التحلل تنتج مركبات مختلفة التعقيد وحتى الجزئيات البسيطة التى تستطيع البقاء فى التربة لفترة معينة وتبقى لسنين عديدة.

بعض هذه المركبات قد تكون سامة toxic أو مضادات حيوية antibiotic، مثبطة inhibitory أو جاذبة attractive للنيماتودا. وقد تكون هذه المركبات أحماض دهنية متطايرة ذات تأثير على النيماتودا Volatile fatty acids كما أن وجود أنواع معينة من البكتيريا مثل *Clostridium butyricum* تنتج خليط من الأحماض butyric, formic, acetic, propionic وذلك فى راشح مزارع البكتيريا له تأثير سام على النيماتودا Culture filtrates

تحلل نبات مثل *Secale cereale* ينتج عنه مركبات ذات سمية شديدة للنيماتودا الداخلية التطفل الساكنة والمهاجرة.

ولقد وجد أيضاً أن الأحماض الدهنية المنتجة من تحلل أنواع بقايا نباتية يؤدى إلى إنتاج غاز hydrogen sulfide ذو التأثير السام على النيماتودا H_2S وخصوصاً فى أراضى الأرز الممتلئة بالماء. كما أن تحلل البقايا النباتية ينتج عنه أمونيا وكذلك البكتيريا Ammoniofying bacteria تنتج كميات كبيرة من NH_3 والذى يؤثر على النيماتودا. ولقد وجد أن Fish amendments ينتج عن تحلله NH_3 والذى يؤثر على إعداد النيماتودا المتطفلة. NH_3 المنتج صناعياً يعتبر مبيد نيماتودى كفء.

- تأثير كائنات التربة الحية Influence of Soil Organisms:

تختلف التربة فى محتواها من حيوانات وميكرويات يمكن أن تلعب دوراً فى المكافحة الحيوية للنيماتودا مثل الفطريات المفترسة للنيماتودا والعجليات

Tardigrades وأنوع من الديدان Turbellarians وأنواع من النيمـــاتودا المفترســة والحشرات والحلم والفيروسات والأوليات والبكتريا وسوف نتناول دور كل مـــن هـــذه الكائنات وإمكانية نجاحها كعامل من عوامل المكافحة الحيوية.

- الفطريات المستخدمة في مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً:

من المعروف لكثير من الباحثين أن الفطريات المتطفلة والفطريـــات المفترســة للنيماتودا من الكائنات المشجعة في مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً وذلك مـــن خـــلال المكافحة البيولوجية للنيماتودا وتسمى هذه الفطريات في هذه الحالة الفطريات المـــدمرة للنيماتودا والمهلكة لها Nematode destroying or Nematophagous fungi.

أما ما يسمى بالفطريـــات الصـــائدة Nematode-trapping fungi فتســتخدم لوصف الفطريات المفترسة فقط Predators only وهي التي تنتج هيفات كثيفة البنية وتكون تركيبات صائدة Trapping devices على مســافات بطـــول الهيفـــا. وهـــذه المصائد تمسك النيماتودا بصورة ميكانيكية أو عن طريق الالتصاق Adhesion بحيث يسمح ذلك باختراق سريع للفطر داخل الفريسة وهضم محتوياتها.

أما الفطريات التي تسمى الطفيليات الداخلية Endoparasites فهي تعـــيش فـــي التربة على هيئة كونيديا وهي تعتبر طفيليات إجبارية وتمضي كل حياتهـــا الخضـــرية داخل العائل المصاب ولا يوجد تجمعات هيفية نامية في النيماتودا المصابة ولكن توجد أنابيب تفريغ Evacuation tubes أو حوامل كونيديـــة Conidiophores وكونيـــديا تنتج خارجياً وتقع هذه الفطريات في ثلاثة صفوف.

1. Encysting species of chytridiomycetes *(Catenaria)* & Oomycetes (Myzocytium).
2. Deuteromycetes *Verticillium cephalosporum* (Meria).
3. Basidiomycetes *Nematoctonus.*

وفى هذا النوع تهاجم الفطريات النيماتودا عن طريق إنتاج جراثيم لزجة يمكنها أن تلتصق بجدار جسم النيماتودا وسرعان ما تنبت وتكون أنابيب اختراق لجسم النيماتودا وفى أنواع أخرى يمكن للجراثيم أن تبتلع عن طريق النيماتودا وتدخل إلى الجهاز الهضمى.

وتعزى الطبيعة الافتراسية للفطريات المفترسة إلى أنها طريقة للحصول على الطاقة وتجنب المنافسة مع بقية كائنات التربة الحيوية ويدعم ذلك رجوعها إلى الحالة الترممية فى التربة عند توفر الطاقة بها وانعدام المنافسة. وعند تكسير المادة العضوية فى التربة يمكن لهذه الفطريات أن تحصل على الكربوهيدرات المذابة بصورة سهلة.

ولزيادة استخدام الفطريات المفترسة للتحكم فى النيماتودا المتطفلة هناك عدة طرق:

1– إضافة المادة العضوية للتربة لخلق حالة ملائمة للفطريات الموجودة فى التربة بصورة طبيعية.

2– إضافة أنواع معينة من الفطريات المفترسة.

3– الطريقتان السابقتان معاً.

-الفطريات الصائدة :

– صائدات النيماتودا Nematode trappers.

– الفطريات المفترسة Predatory fungi.

وهى منتجة لهيفات كثيفة فى البيئة وتكون تركيبات صائدة Trapping devices على مسافات بطول الهيفا. وهذه المصائد تمسك النيماتودا بصورة ميكانيكية أو عن طريق الالتصاق بحيث يسمح ذلك باختراق سريع للفطر داخل الفريسة وهضم محتوياتها.

ودورة حياة الفطريات المفترسة أو الصائدة واحد وتتلخص فى أن النيماتودا التى التصقت بالمصائد تخترقها هيفات الفطر الرفيعة من خلال كيوتيكل النيماتودا ثم

تنتفخ وتتضخم داخلياً Swells حيث تكـــون داخـــل النيمـــاتودا علـــى شـــكل بصـــلة دائرية والهيفات الداخلية تمتص المحتوى الداخلى لجسم النيمـــاتودا – معظمهـــا يتبـــع Fungi Imperfecti.

والتكوينات الصائدة للنيماتودا Trapping devices مختلفة الأشكال والتركيـــب شكل (136–147) **وفيما يلى أنواعها:**

1- تفرعات لزجة Sticky Branches:

وهى ليست طويلة وتتكون من خلايا قليلة وطولها يكفى لتكوين حلقـــات بســـيطة Anastomoses to form loops.

2- شبكة لزجة Sticky net work:

وفيه يكون الميسيليوم شبكة عديدة من الحلقات والالتواءات ذات ســـطح ماســـك للنيماتودا يســـمى Three dimensional structures (تركيبـــات أو شـــبكة ثلاثيـــة الأبعاد).

3- العقد اللزجة Sticky Knobs:

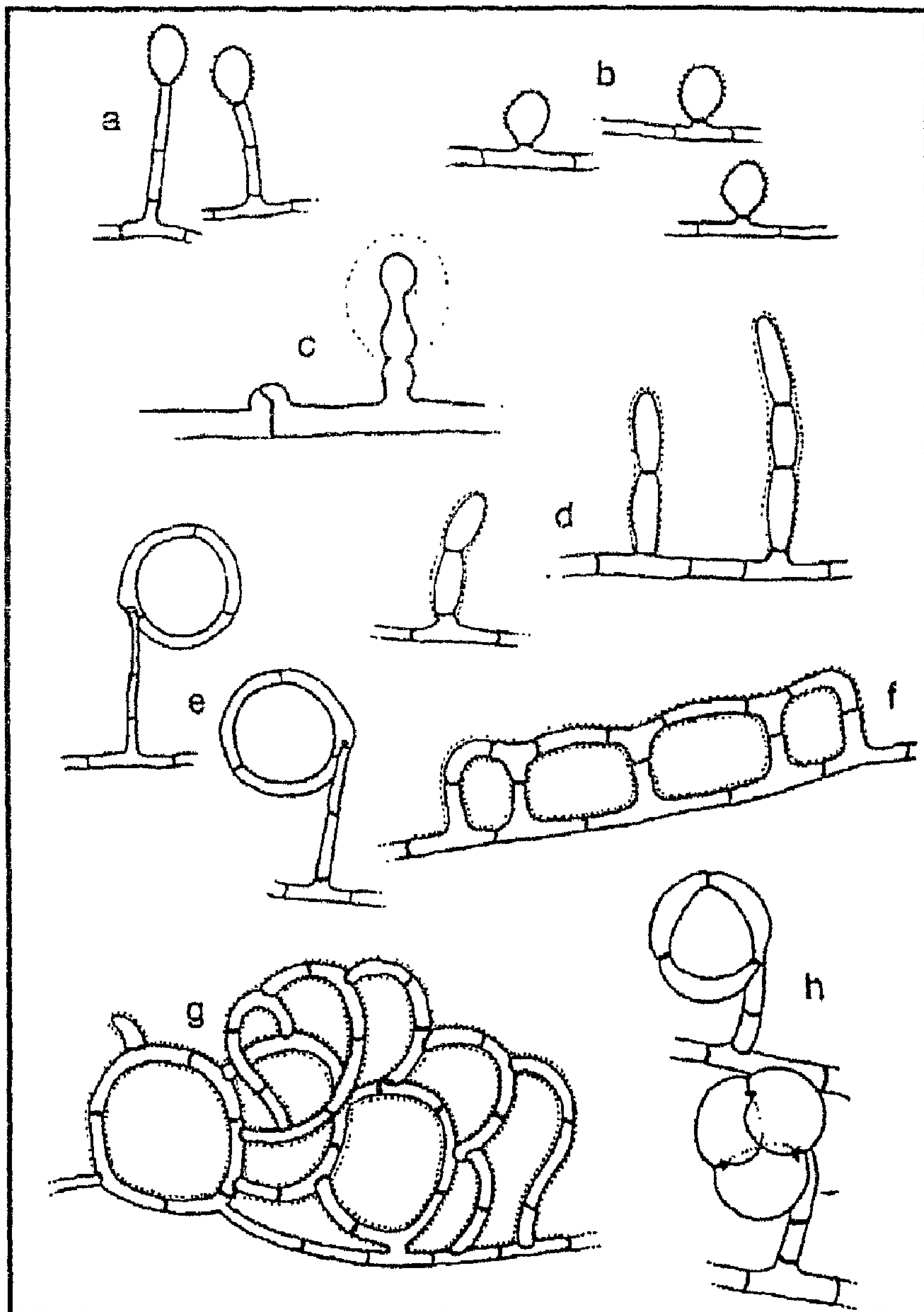
وهى فصوص كروية ونصف كروية ذات طرف نهائى لزج.

4- حلقات ضاغطة Constricting Rings:

وفيه تتكون حلقات من الهيفات وتفرعاتها الملتوية بحيـــث إذا دخلـــت النيمـــاتودا بداخلها تحكم الضغط عليها بسرعة. وهذه الفطريات أكثر عنفاً ونجاحـــاً فـــى تكـــوين المصائد الهيفية فى مجموعة Hyphomycetes ومنها 12 نوع معروف.

5- الحلقات الغير ضاغطة Non-Constricting Rings:

وفيه تتكون حلقات ميسليوميه غير ضاغطة ولكنها أيضاً غيـــر لاصـــقة ولكـــن الهيفات تعمل كتركيبات مغذية.



اعضاء المسك فى الفطريات الصائدة للنيماتودا

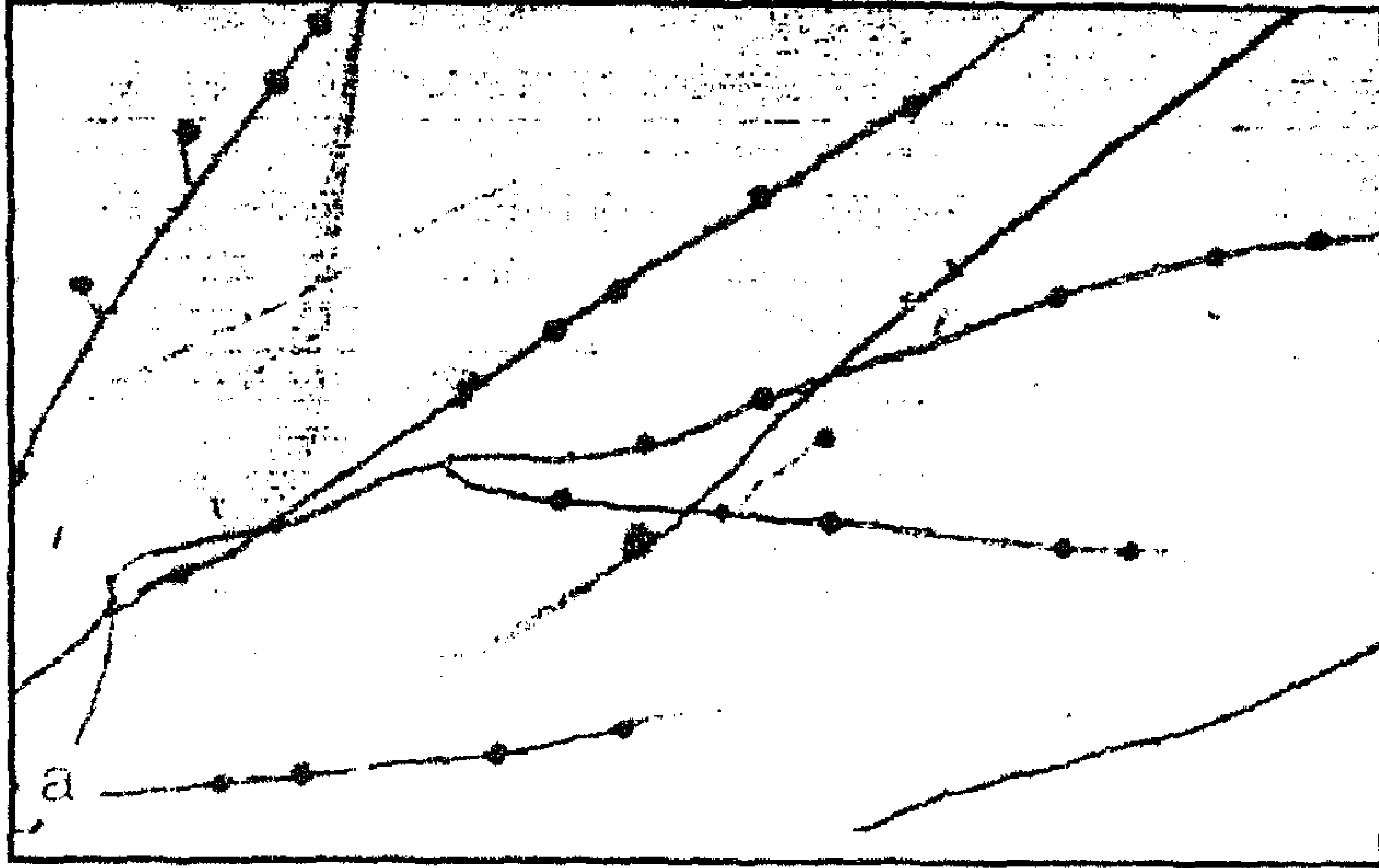
a- عقد لاصقة على حوامل. b- عقد لاصقة.

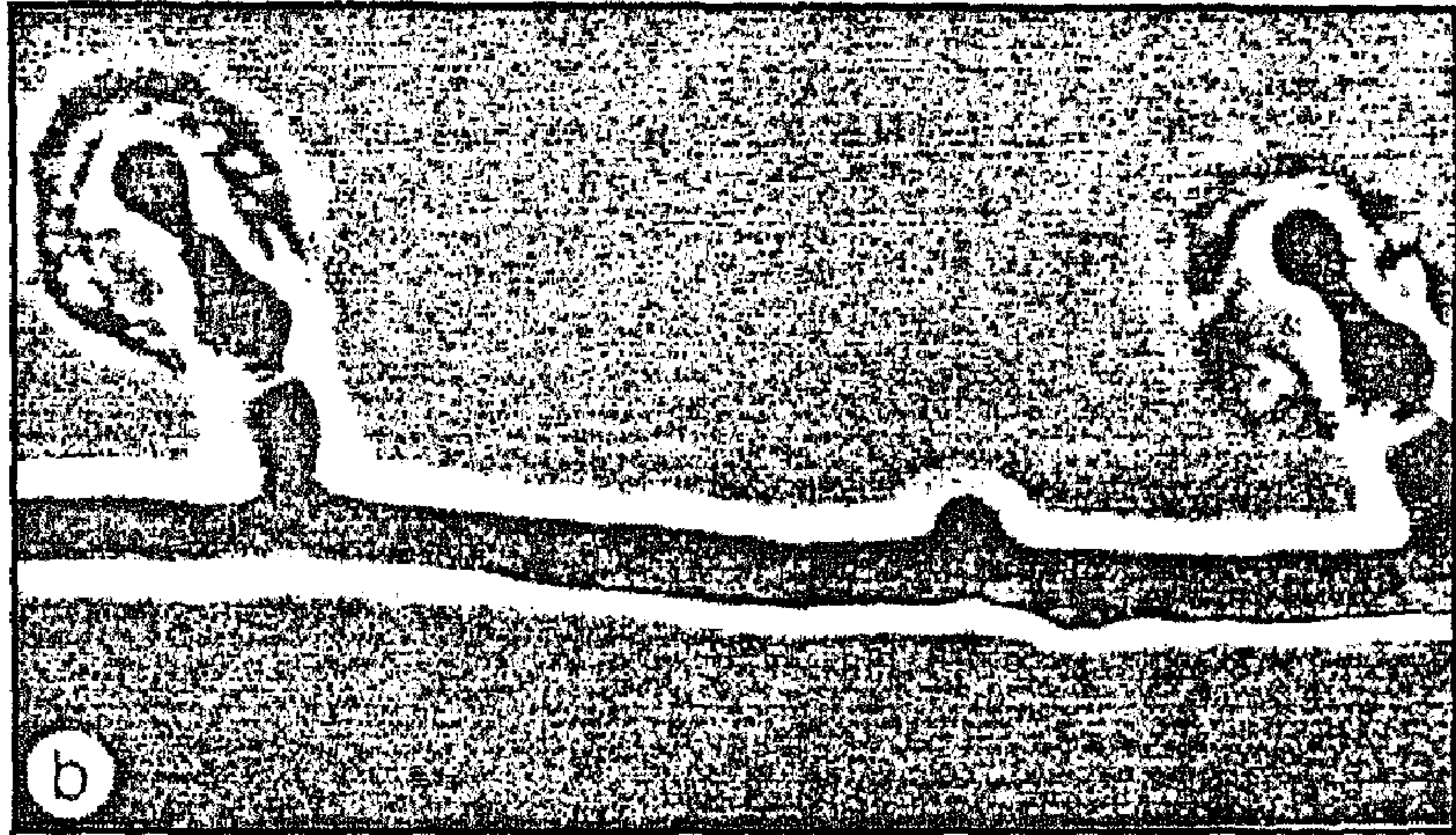
c- عقد لاصقة على شكل زجاجة ساعة للنيماتودا *Nematoctonus*.

d- افرع لاصقة . e- حلقات غير ضاغطة.

f- شبكة لاصقة ثنائية الابعاد. g- شبكة لاصقة ثلاثية الابعاد. h-حلقات ضاغطة.

شكل رقم (136)



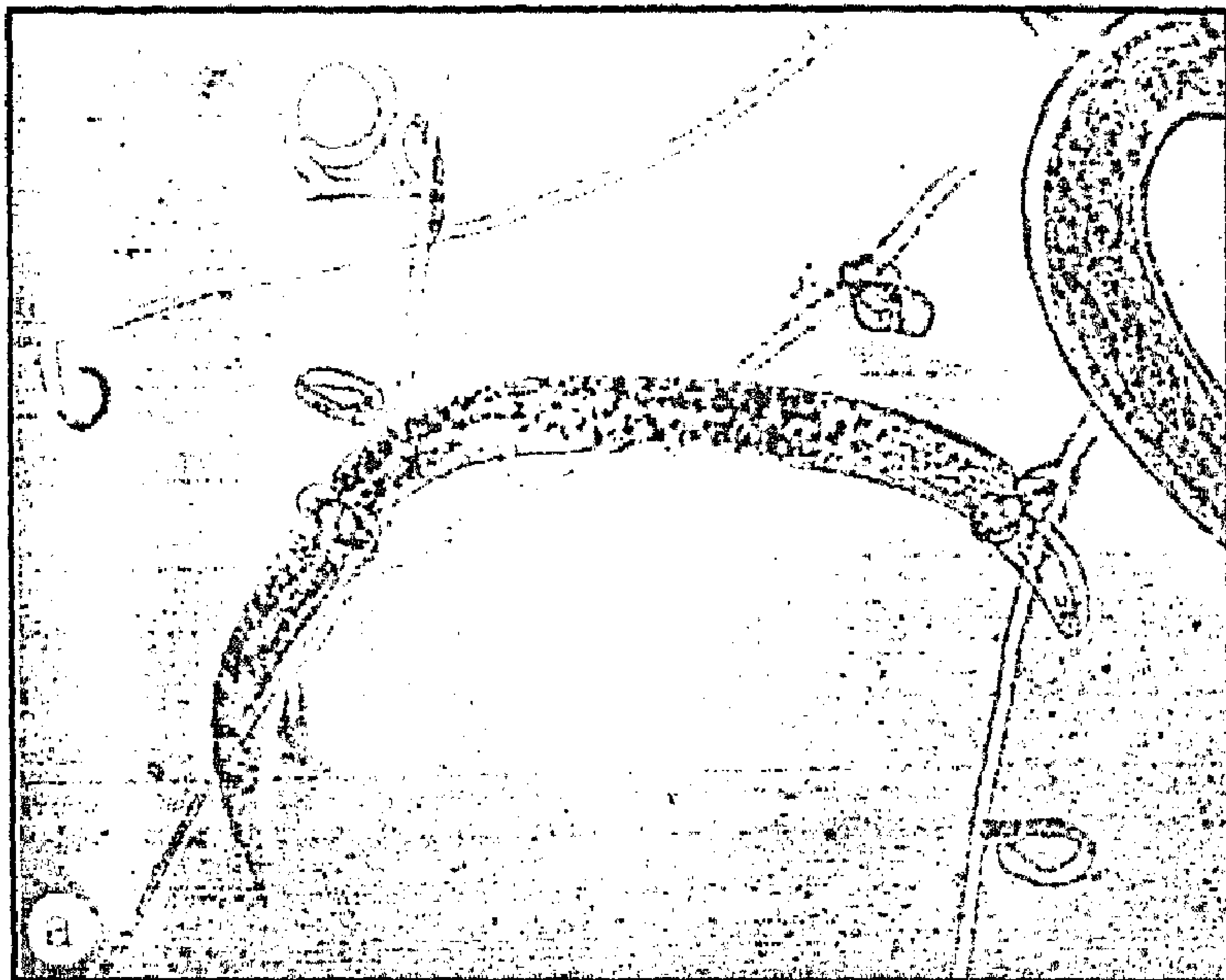


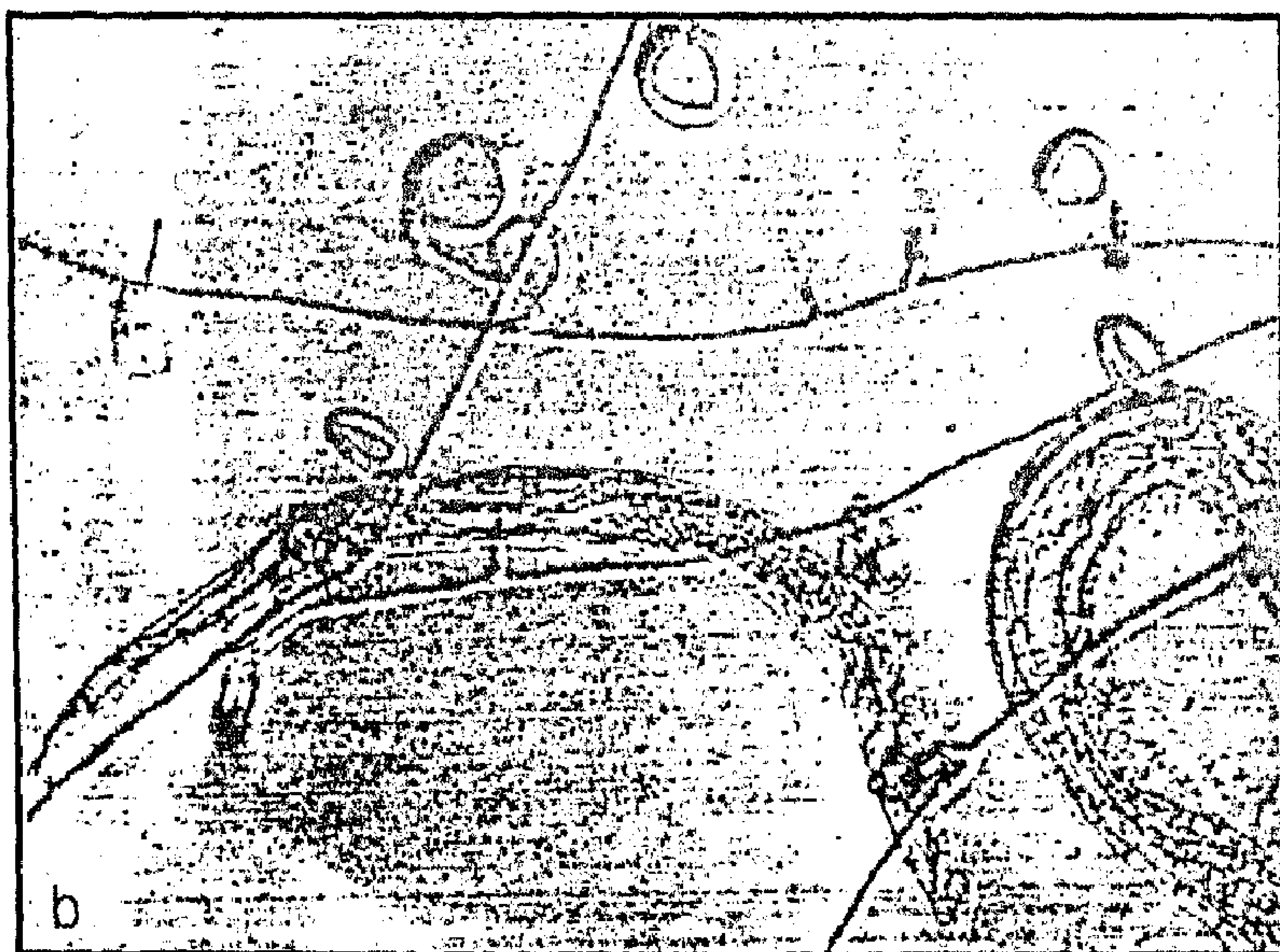
عقـد لاصـقة

A هيفات لاصقة للفطر *Nematoctonus* تبين عقد لاصقة.

B عقد لاصقة على شكل زجاجة ساعة للفطر نفسه

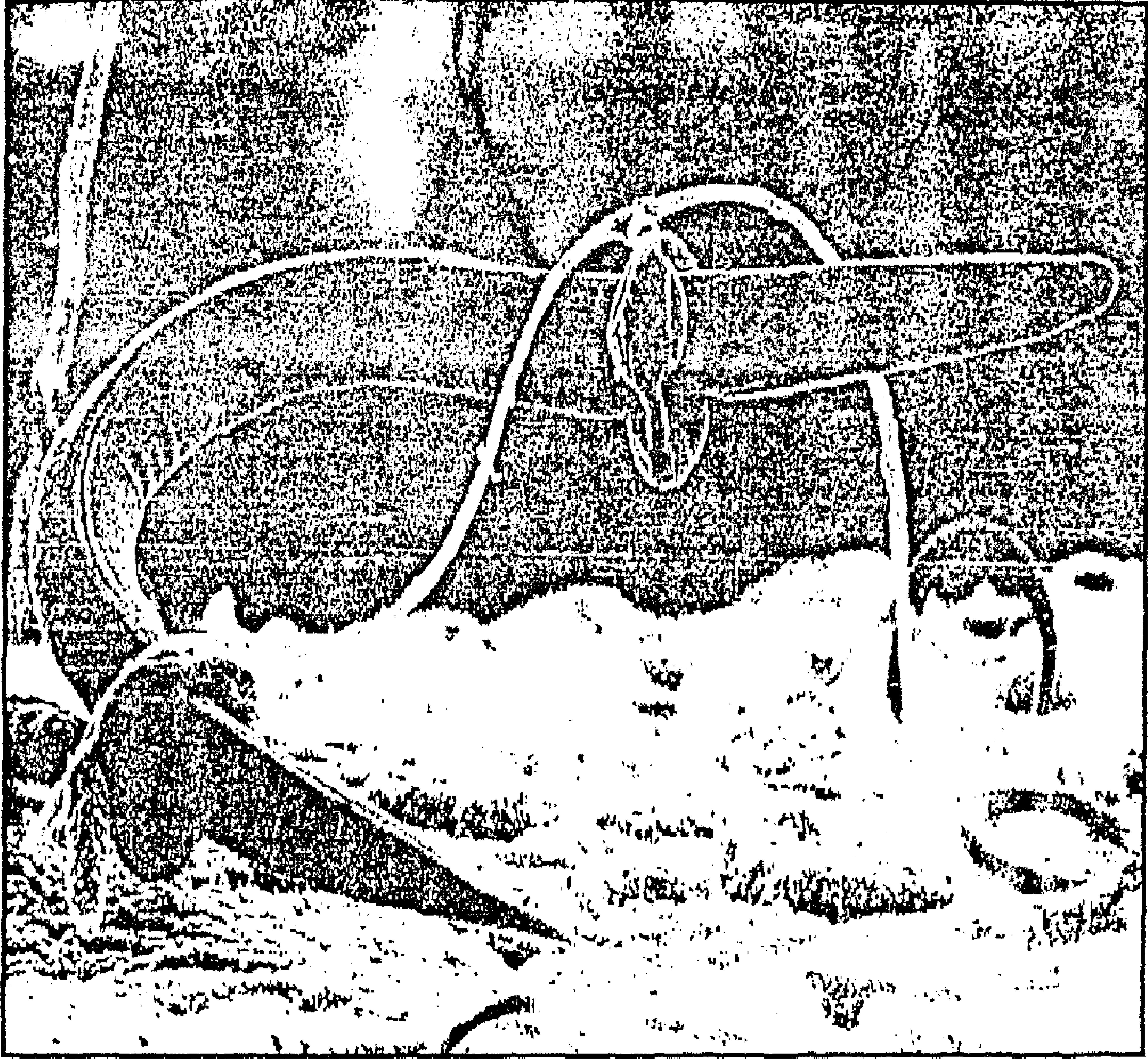
شكل رقم (137)





حلقات ضاغطة

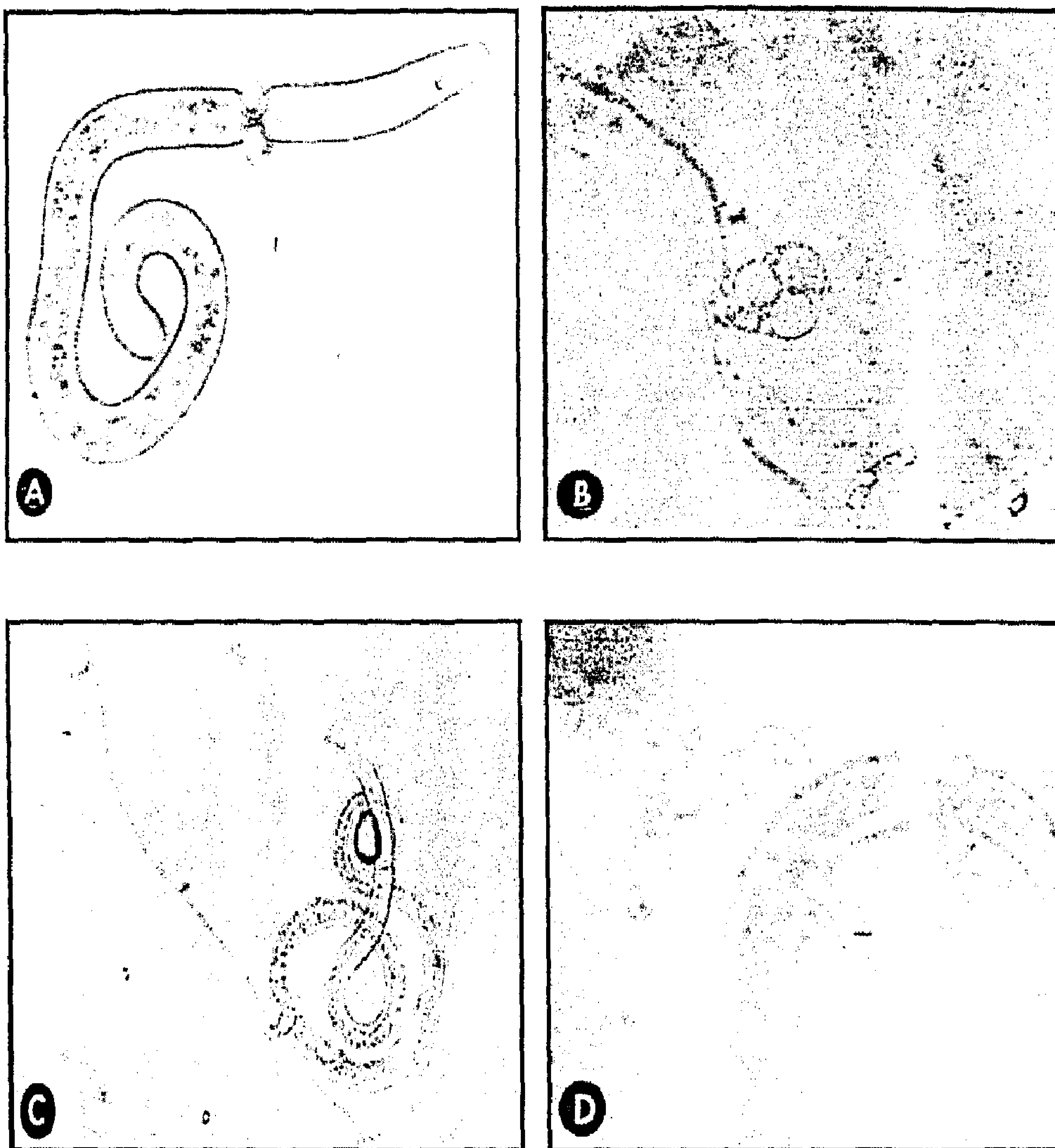
a- حلقات ضاغطة حديثا للنيماتودا.   b– حلقات ضاغطة للنيماتودا بعد 24 ساعة.
ويلاحظ أن النيماتودا الضحية ممتلئة بالهيفات التى تمتص محتوياتها.
شكل رقم (138)



صورة بالميكروسكوب الالكترونى SEM لنيماتودا مصادة بحلقات ضاغطة للفطر
arthrobotrys anchonia

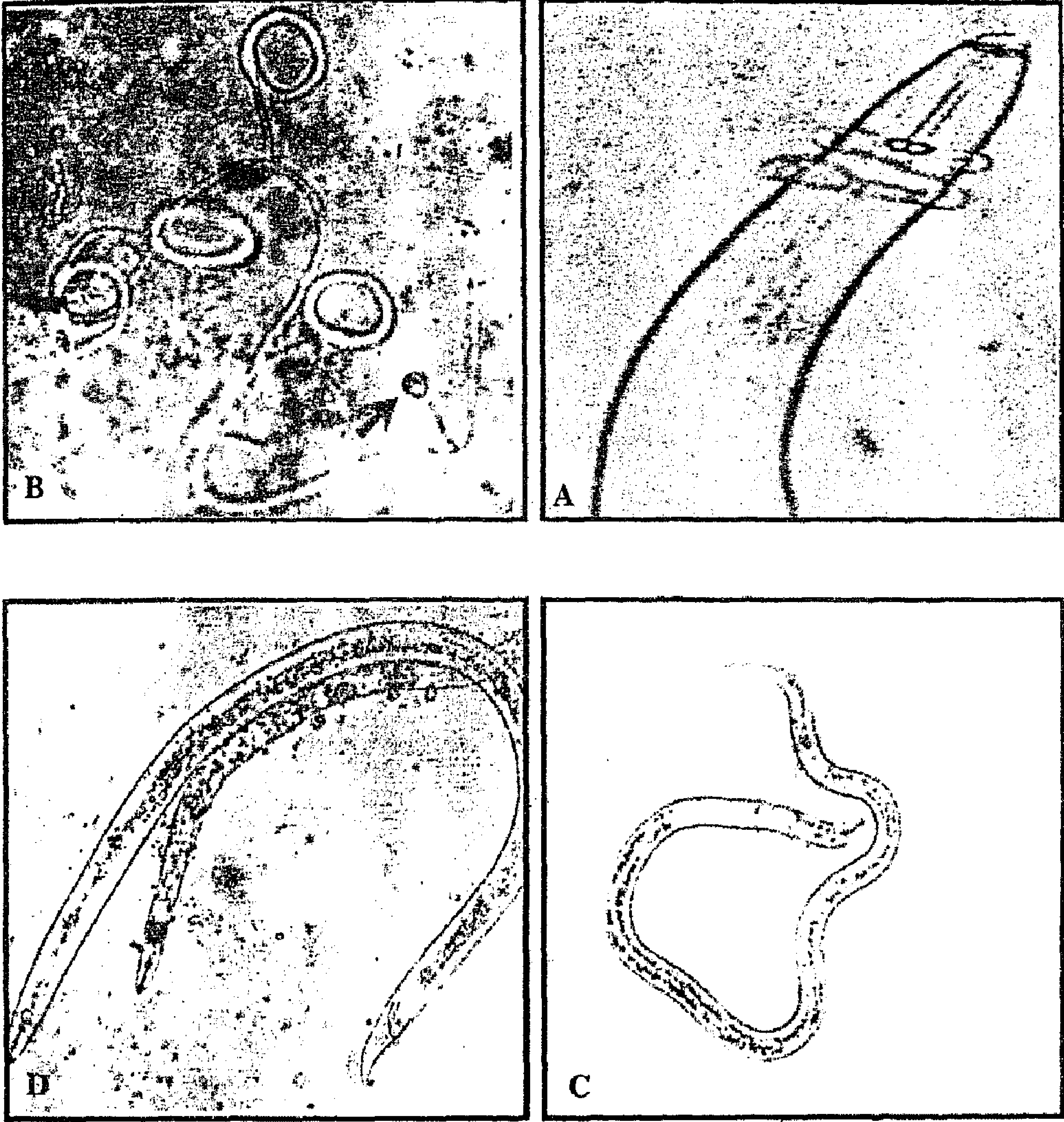
It appears to me that the mechanism of action of the CR is a two stage process. At the moment of capture the ring cells expand to three times their volume in 1/10th sec and the osmotic pressure of these cells is 1/3 normal (stage 1). At this time the ring cannot crush the nematode's body. The OP of the ring cells recovers rapidly to its normal value and the nematode is now crushed (stage 2) and subsequently parastized.

شكل رقم (139)



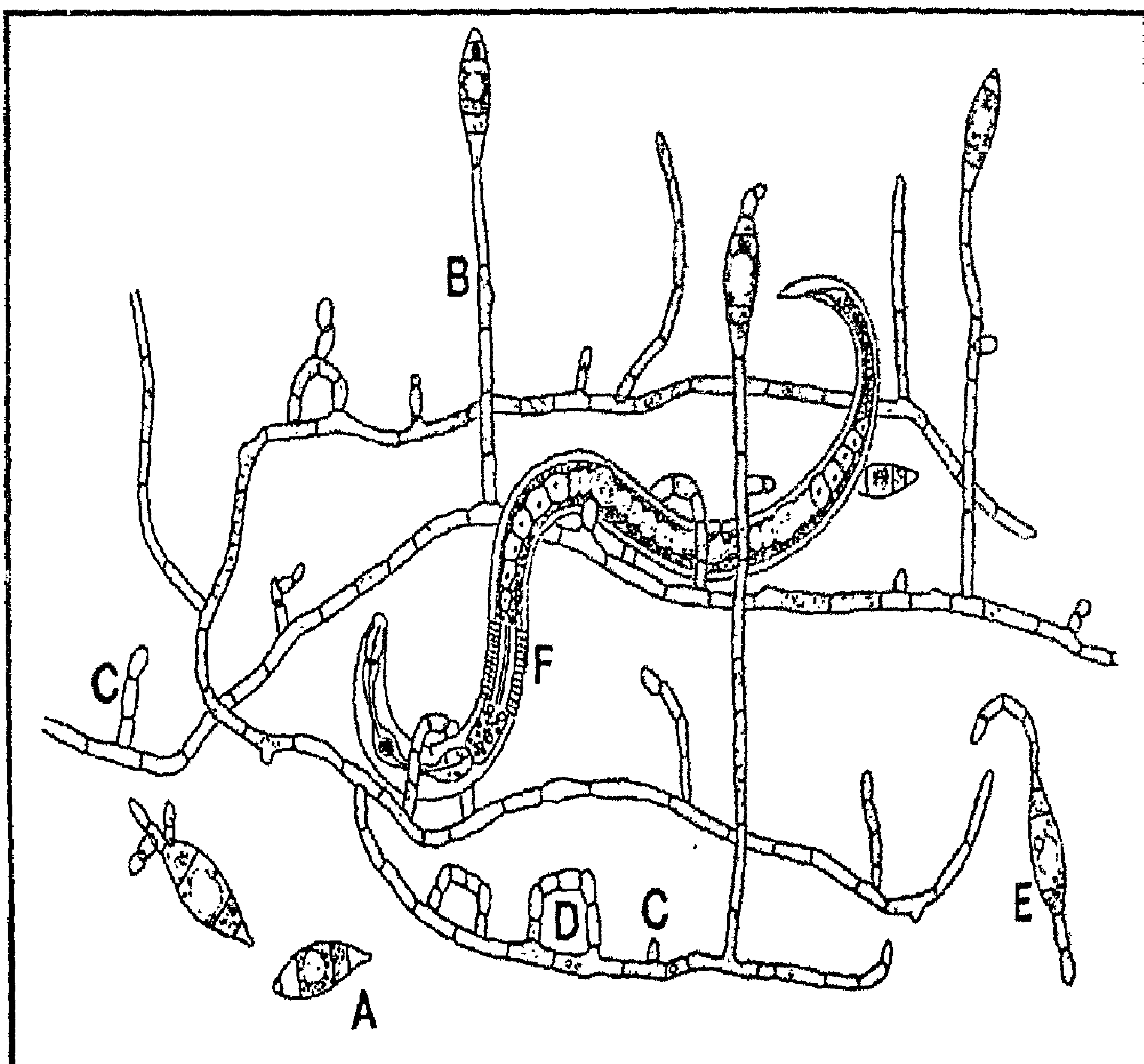
A- نيماتودا حلزونية من جنس *Helicotylenchus* محاط جسمها بحلقة مقفلة من الفطر.
B- حلقة مقفلة من الفطر.
C- نيماتودا محاطة بفطر يكون حلقات ضاغطة Constricting ring.
D- نيماتودا من جنس *Helicotylenchus* محاطة باثنين حلقة ضاغطة.

شكل رقم (140)



A شكل: حلقتان غير ضاغطتان تحيطان بالمنطقة الأمامية لنيماتودا *Helicotylenchus*
B شكل: حلقات غير ضاغطة وعقد فطرية لزجة.
C شكل: نيماتودا ملتصق بها حلقات غير ضاغطة فى الطرف الأمامى والخلفى.
D شكل: نيماتودا التقرح *Pratylenchus coffeae*. محاطة باثنين حلقة فطرية خلف الرأس.

شكل رقم (141)



نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* ممسوكة ومصادره بشبكة ثلاثية الأبعاد من الفطر *Dactylella cionopaga*

A- الكونيديوم.

B- حامل كونيدى .

C- Protuberances .

D- حلقة محيطية Enclosure

E- كونيديوم منبت Germinating condium .

F- نيماتودا ممسكة بالفطر

شكل رقم (142)



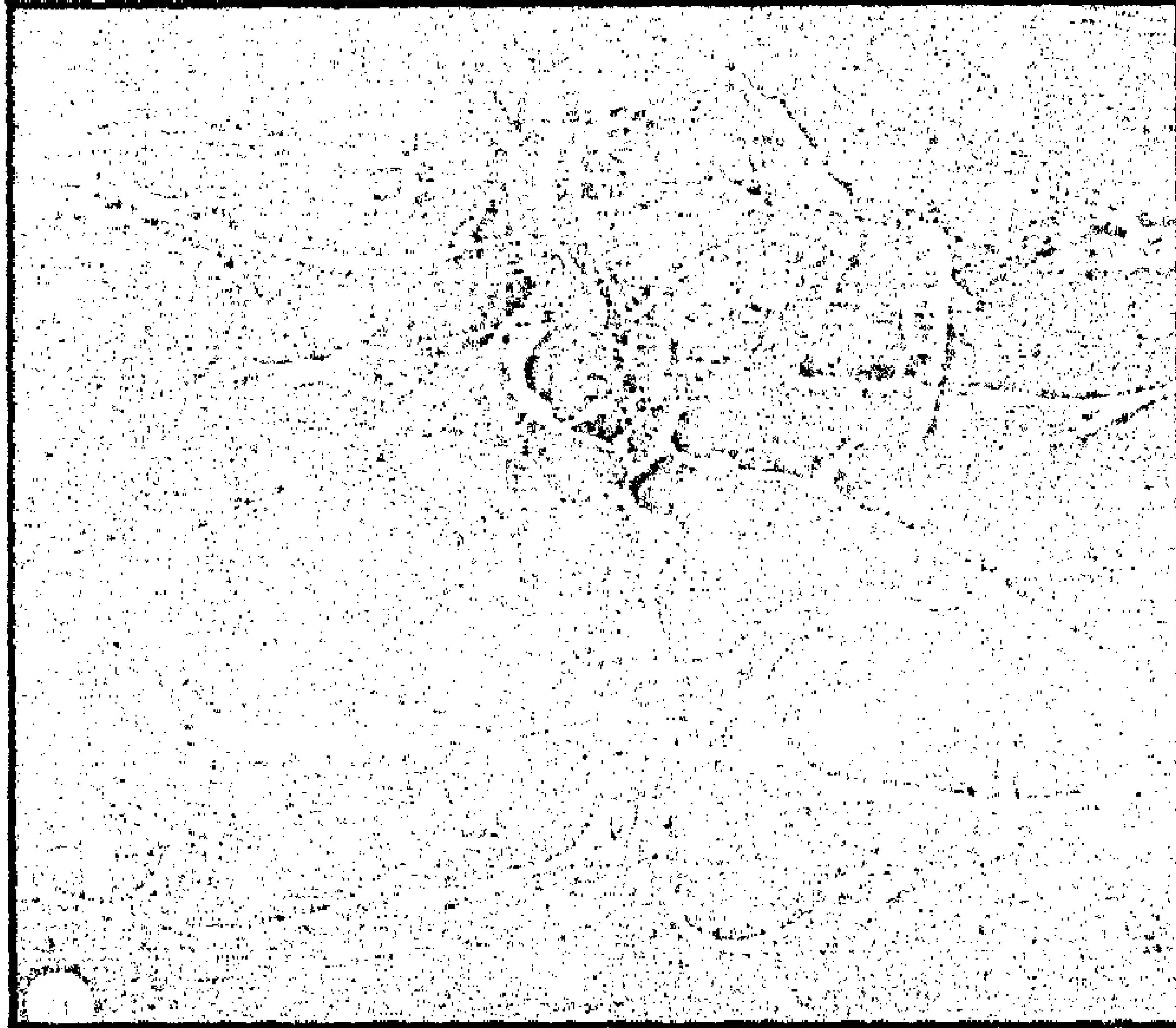
شبكات لاصقة

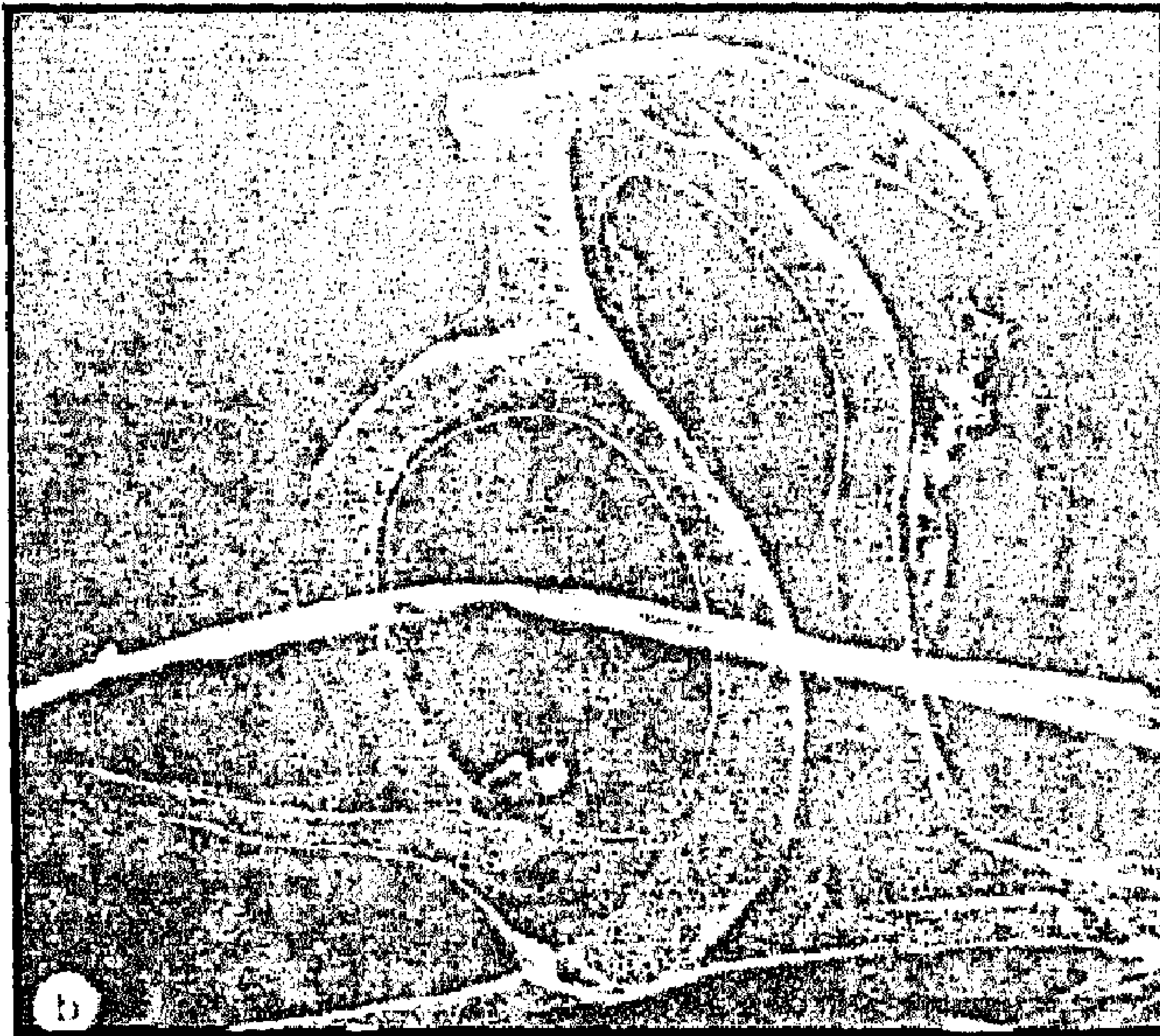
a- شبكة من حلقات ثنائية الابعاد للفطر *A.musiformis* .

b- شبكات ثلاثية الابعاد للفطر *A.oligospora* .

c- شبكة غزيرة متصلة بجثة النيماتودا .

شكل رقم (143)

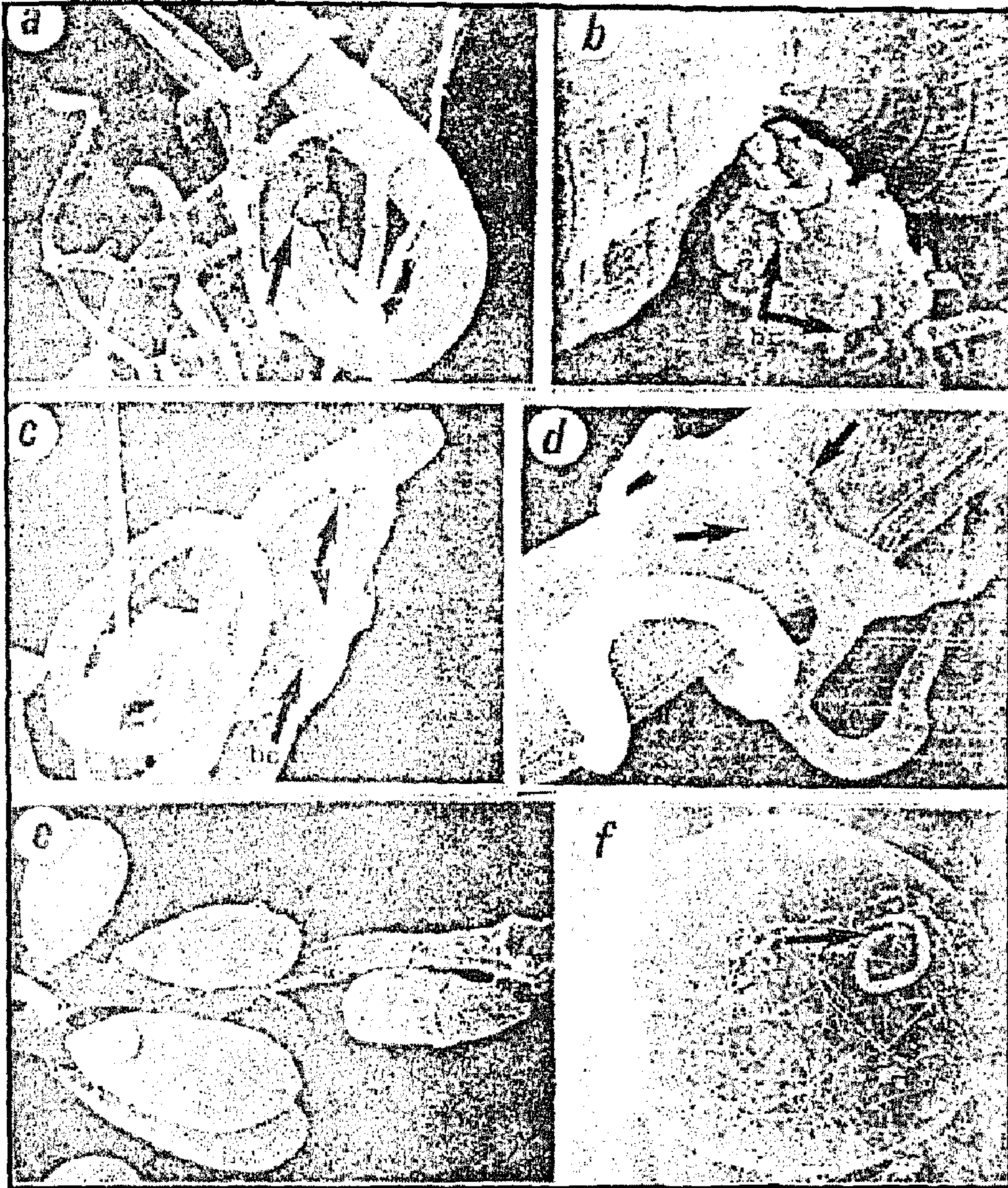




a- صورة بالميكروسكوب الالكترونى لشبكة هيفية للفطر *A. oligospora*

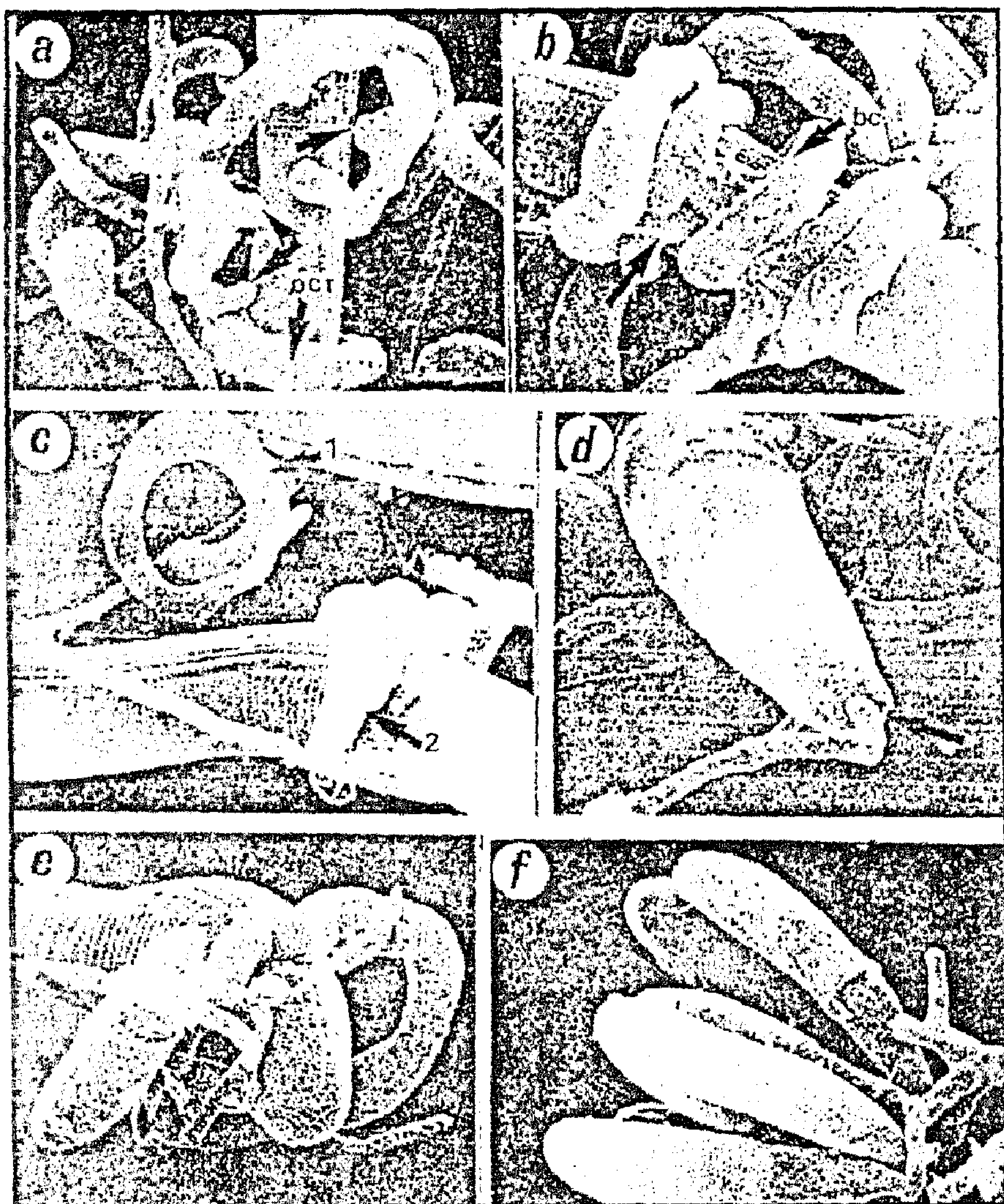
b- ويلاحظ فى الصورة السفلى ان الشبكة مغطاة بمادة لاصقة

شكل رقم (144)



a- صورة توضح نيماتودا مصادة بكمية كبيرة من الشبكة اللاصقة.
b- صورة توضح انتفاخ ما بعد الإصابة يدخل جسم النيماتودا.
c- الجزء الأمامى لنيماتودا التعقد ممسوك بشبكة لاصقة من *A. irregularis* .
d- شبكة لاصقة ثلاثية الأبعاد حول ذيل نيماتودا *Rhabditide* ويلاحظ وجود إفرازات تبطن السطح الداخلى للشبكة (سهم) من الفطر *A.oviformis* .
e- حوامل كونيدية للفطر *A.oviformis* مع كونيديا (2 خلية).
f- حويصلة نيماتودا *Globodera rostochiensis* مصادة بمستعمرة هيفات من الفطر *A.irregularis* مع وجود يرقة مصادة بشبكة لاصقة (سهم).

شكل رقم (145)



a- صورة توضــح يرقــة مــن نيمــاتودا التعقــد الجــذرى مصــادة بواســطة أفــرع لاصــقة Adhesive branches (سهم) كما تظهر حلقات ضاغطة مفتوحة o.c.r.

b- نيماتودا مصادة بحلقات ضاغطة مفتوحة.

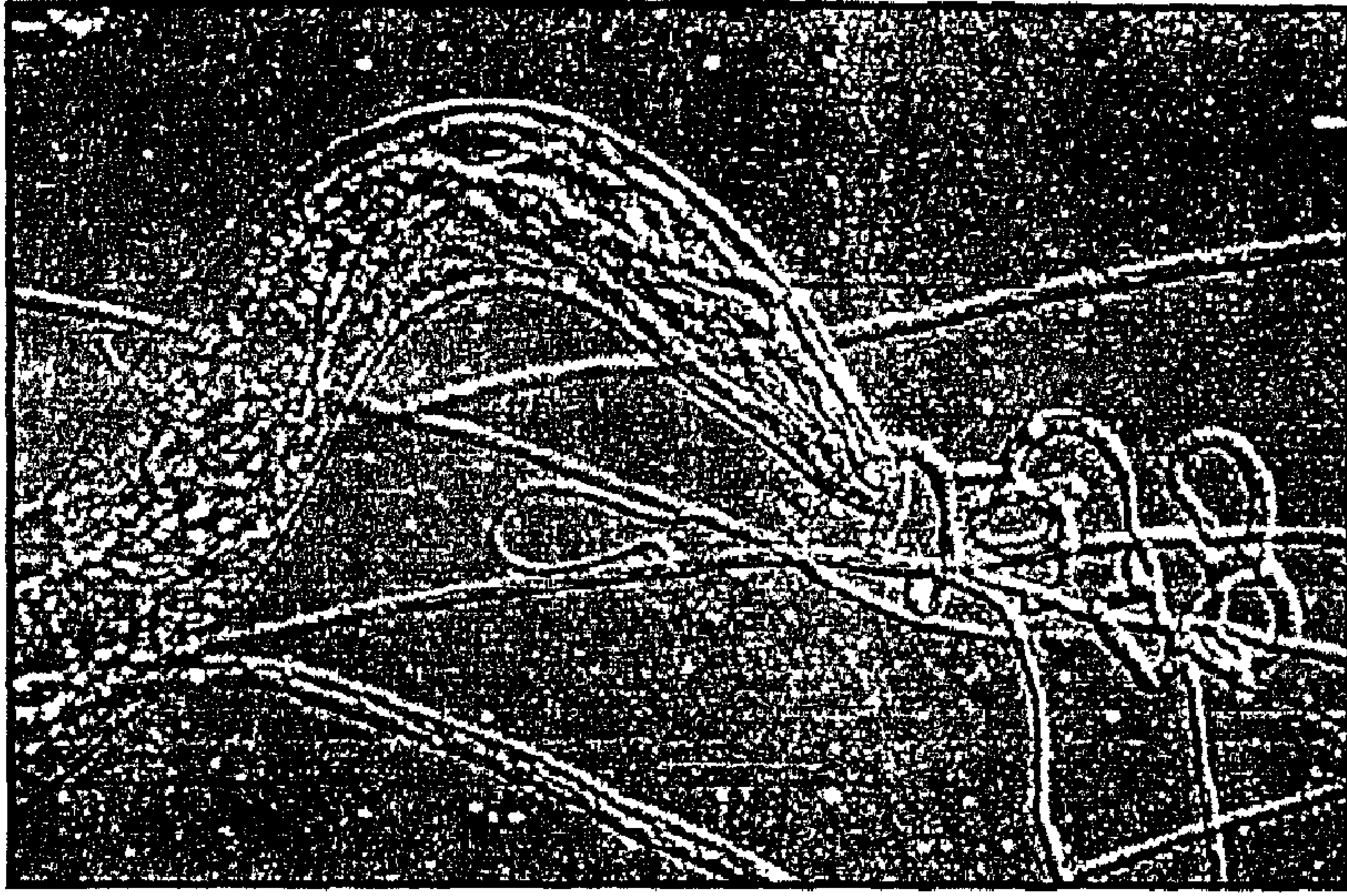
c- حلقات ضاغطة مفتوحة. (1) حلقة طبيعية. (2) حلقة ضاغطة حول جسم النيماتودا .

d- هيفات من الفطر تخرج من جسم النيماتودا (فتحة الفم).

e- حلقات هيفية ضاغطة على جسم نيماتودا *Aphelenchus avenae*.

f- حوامل هيفية للفطر *Candelaberalla musiformis* (حوامل كونيديــة) لجــراثيم كونيديــة (2 خلية).

شكل رقم (146)



يرقة نيماتودية مصادة بالفطر *Arthrobotrys oligospora*
وتمت عمليات الهضم لمحتوياتها الداخلية
شكل رقم (147)

-الفطريات الصائدة للنيماتودا باستخدام الحلقات الضاغطة :

Fungi that entrap and a ssimilat nematodes by employing constricting rings:

تعتبر الحلقات الضاغطة أكثر تقــدماً كوســيلة مــن وســائل اصــطياد الفطريــات للنيماتودا وهى حلقات غير لاصقة. وتتكون الحلقة الضاغطة مــن ثــلاث خلايــا تكــون حلقــة تتصــل بالهيفــات عــن طريــق ســاق قصــيرة. وأهــم الأجنــاس التابعــة *Arthrobotrys spp.*، *Monacrosporium spp.*

وبعد دخول النيماتودا الحلقة تحث السطح الداخلي لها على الانقباض بعــد 2-3 ثانية وتصبح النيماتودا فريسة (شكل 148-150).

ملاحظة: أكثر المصائد الفطرية انتشاراً هى:

Constricting rings, Adhesive Knobs, Three-dimensional adhesive nets .

- الفطريات الصائدة للنيماتودا عن طريق الحلقات الغير ضاغطة:

Fungi that entrap nematodes utilizing non-Constricting rings :

وهى حلقات تدخل فيها النيماتودا بالأطراف المستدقة بحيث تحتجز من المنـاطق الأكثر سمكاً داخل هذه الحلقات.

ومـن أهـم الأجـناس :

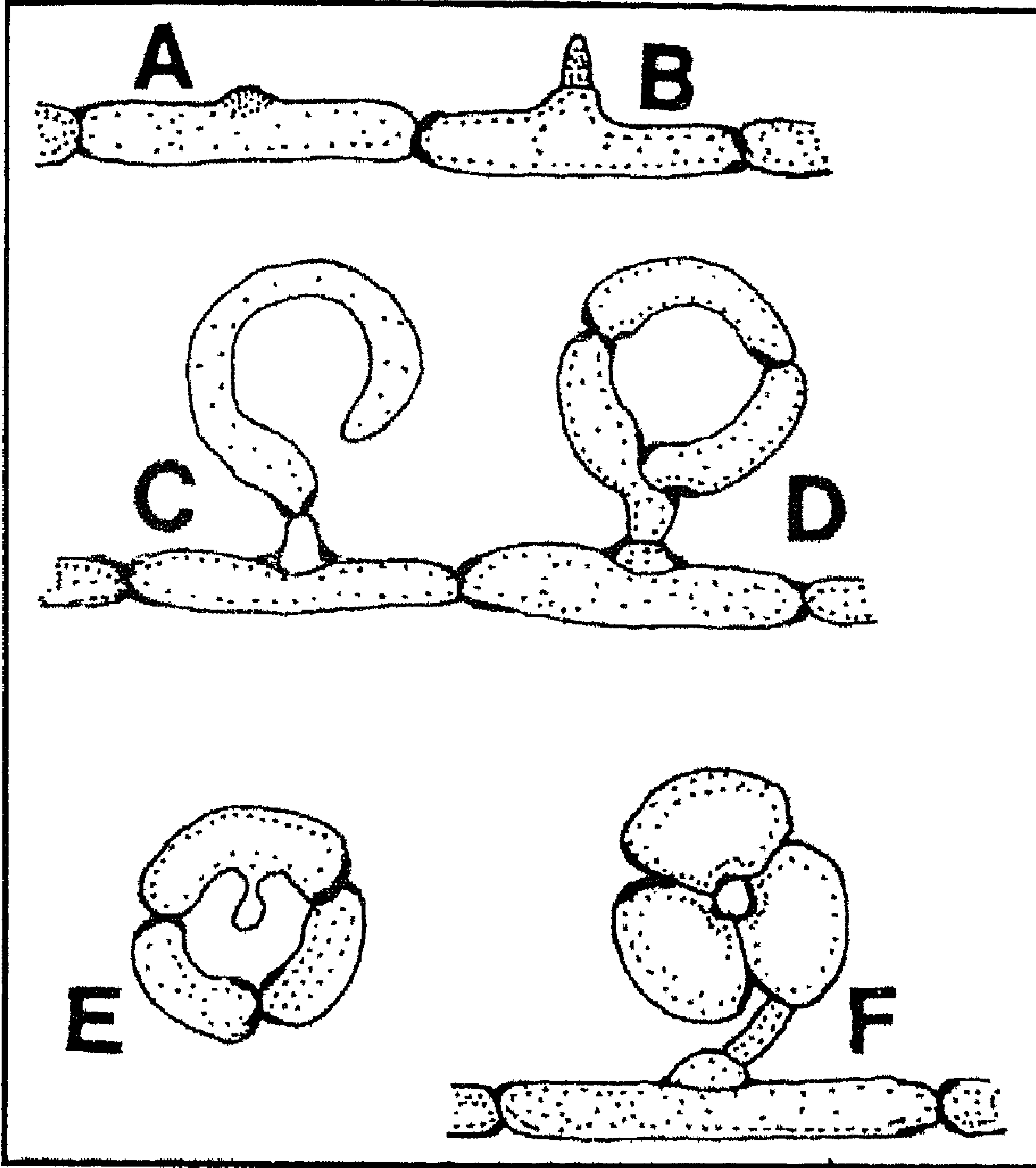
-Dactylella leptospora .
-Dactylaria candida .

-استخدام الفطريات المكونة لهيفات خاصة وسيقان هيفيه لصيد النيماتودا :

Fungi employing mucilaginous hyphal, sessile, or stalked globose cells to entrap nematodes :

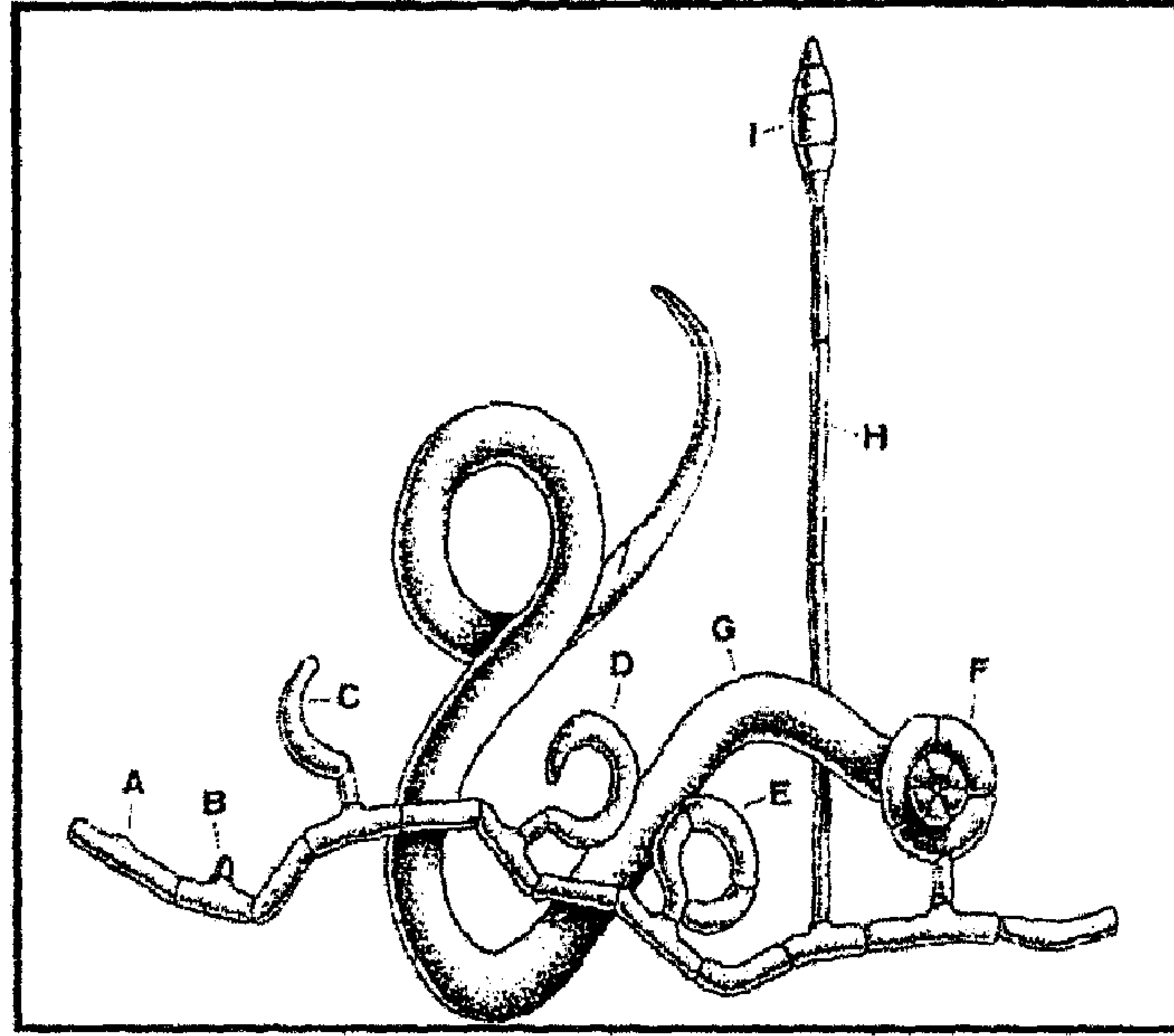
وفيه تجهز الفطريات تركيبات بسيطة من خلايا وهيفات تساعدها فـى اصـطياد النيماتودا المتطفلة وتسمى فـى بعـض الأحيـان Sessile, Globose cell types, Lethal lollipops وهذه الخلايات تختلف فى أشكالها وحجمها وطول سيقانها.

وهذه التركيبات الخاصة special devices تكون مزودة بـافرازات جيلاتينيـة تزداد فى كميتها كلما كانت النيماتودا المصادة تناضل وتكافح فى سبيل تحرير نفسها ثم تخرج زوائد من هذه التركيبات تدخل وتخترق جسم النيماتودا وتكون تكوينات داخليـة بها تمنع حركة النيماتودا ثم يخرج منها تفرعات إلى جميع الأجـزاء الداخليـة فـى النيماتودا ثم بعد تمام الامتصاص تخرج من جسم النيماتودا لتكـون مصـائد جديـدة وجراثيم كونيديه جديدة. Globose traps or Condiophores and Condia.



A- بداية تكشف المصيدة.
B- بداية تطور المصيدة.
C- الخطاف الهيفى الميسليومى قبل بداية تكوين الحلقة مباشرة.
D- حلقة مكتملة النمو تماما.
E- حلقة مفصولة تبين بداية تكوين انبوبة الاصابة.
F- حلقة صائدة مقفوله بدون نيماتودا .

شكل رقم (148)



نيماتودا مصادة بفطر يكون حلقات ضاغطة

A- بداية تكوين الحلقة الضاغطة **Primordium**.

B- استطالة الحلقة الضاغطة.

C- بداية تكشف الحلقة الضاغطة نفسها.

D- الخلية الصائدة تقفل.

E- حلقة صائدة مكتملة (ثلاثة خلايا).

F- حلقة صائدة مقفلة حول مقدمة جسم النيماتودا.

G- النيماتودا المصادة.

H- الحامل الكونيدى.

I- الكونيديم.

شكل رقم (149)



صورة توضح نيماتودا مصادة بحلقات ضاغطة من الفطر *Arthrobotrys*

(بالميكروسكوب الإلكترونى) SEM

شكل رقم (150)

بعض الأنواع الفطرية المنتجة لمصائد globose cell تنتج مصائد تختلف فى الشكل والوظيفة عن الخلايا السابقة. فينتج الفطر *Dactylaria candida* مصائد حلقية غير ضاغطة Non-constricting trapping rings كذلك الأنواع *D.asthenopaga, D.leptospora* تنتج نفس المصائد وهناك أنواع مثل *Monacrosporium cianopagum* تنتج شبكة مصائد ثلاثية الأبعاد Three dimensional trapping net work.

وهناك 10 أنواع تابعة لجنسين هما: *Arthrobotrys spp.*, and *Nematoctonus spp.*

تصطاد النيماتودا entrap nematodes عن طريق تركيبات خاصة glandular cells مفرزة أو محاطة لنقط شفافة جيلاتينية وخصوصاً على حوامل هيفية. وكلمة *Nematoctonus* تعنى خيط وقتل أى قتل النيماتودا ومن أشهر الأنواع التي تكون خلايا مفرزة أو غدية لإفرازات لزجة **ما يلى:**

- *Arthrobotrys entomopaga.*
- *Nematoctonus campylosporus.*
- *N.concurrens.*
- *N.hapt cladus.*
- *N.leiosporus .*
- *N.leptosporus .*
- *N.pachysporus .*
- *N.robustus.*
- *N. tripolitanius.*
- *N.tylosporus .*

ملاحظة: قد تنتج بعض الهيفات الفطرية توكسينات معينة مسئولة عن موت النيماتودا قبل اختراق الفطر لأجسامها.

-الطفيليات الداخلية التطفل Endozoic, Endoparasites:

تعيش هذه الفطريات فى التربة على هيئة كونيديا وهى تعتبر طفيليات إجبارية وتمضى كل حياتها الخضرية Vegetative Life داخل العائل المصاب. لاتوجد

تجمعات هيفية كثيفة نامية فى النيماتودا المصـابة ولكـن معظمـه أنابيـب تفريـغ Evacuation tubes أو حوامل كونيديه Conidio phores وكونيديا تنتج خارجيـاً Conidia حيث تصيب النيماتودا عن طريق الملامسة Adhering للسطح الخـارجى لها والجراثيم تبتلع Ingested والتى سرعان ما تنبت وتغزو كل جسم النيماتودا عـن طريق الهيفات الماصة للمحتوى النيماتودى الداخلى وتنتهى دورة حياة الطفيل بتكـوين تركيبات تكاثرية كما سبق القول مثل الكونيديو فورس التى تحمل الجراثيم الكونيديـة، وأنابيب تفرز جراثيم حيوانية Zoo spores لها القدرة على العوم عن طريق الأسواط Flagellate والتى يمكن أن تتجذب كيماوياً للنيماتودا عن طريق إفرازاتها ثم تختـرق أجسامها وتصبح طفيليات داخلية.

وتقع هذه الفطريات تحت ثلاث صفوف :

1= Encysting species of chytridiomycetes. *Catenaria* ومثال ذلك

2= Deuteromycetes وهى تنتج كونيديا لاصقة ومنها

Verticillium, Cephalosporium (Meria).

Harposporium وكذلك كونيديا مبتلعه مثل

3= Basidiomycetes وتكون كونيديا لاصقة أيضاً ومنه *Nematoctonus*

- **طفـيليات البيـض Parasites of Eggs:**

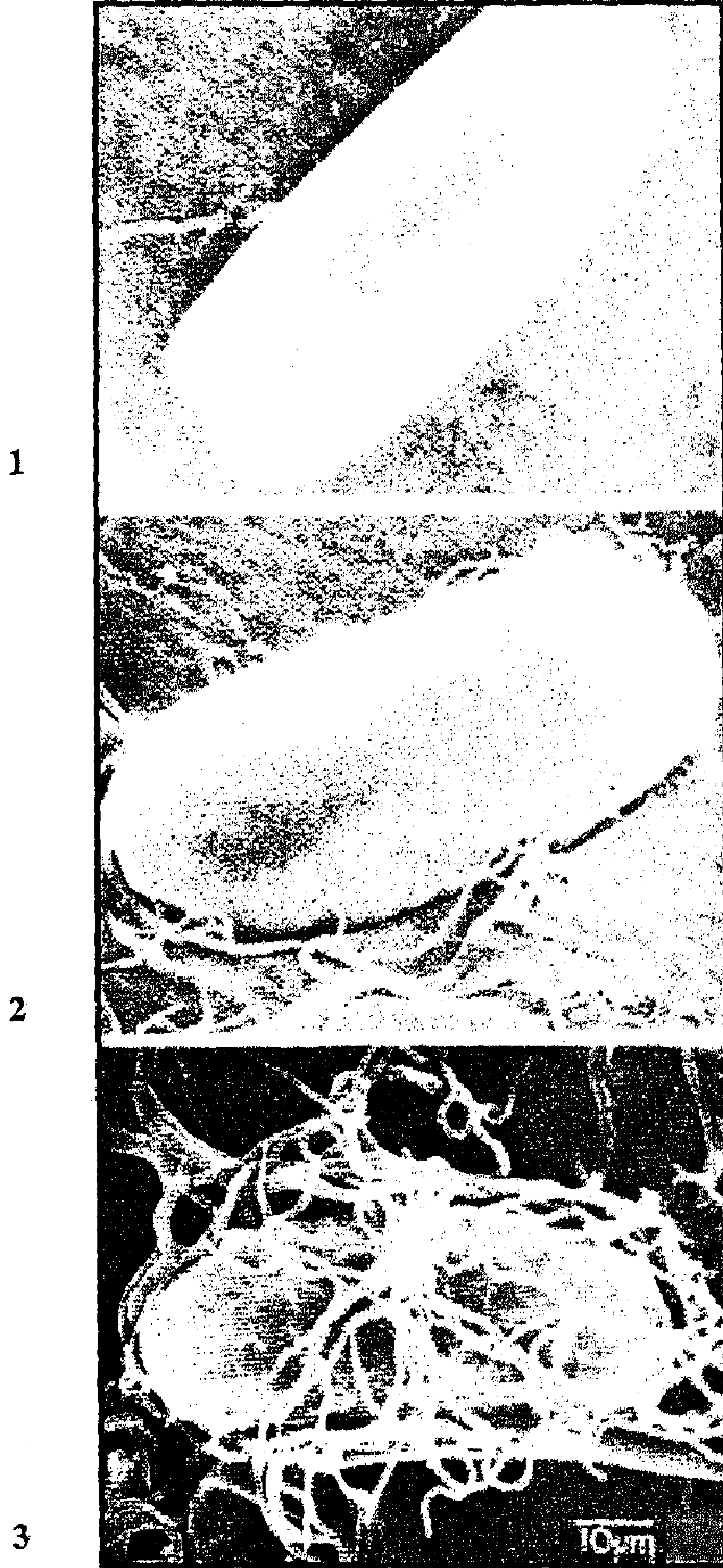
ثبت علمياً وجود العديد من الأنواع والأجناس الفطريـة التـى تصـيب بـيض النيمـاتودا المتطفلـة نباتيـاً مثـل *Fusarium* spp., *V.chlamydosporium, Cephalosporium, Acremonium bacillosporum, Paecilomyces lilacinus* وبيض النيماتودا التابع لمجموعة *Heteroderidae* وكذلك النيماتودا التى تضع بيضها فى كتل جيلاتينية تكون أكثر عرضة لفعل هذه الفطريات وعند بدء عمليـات التطفـل على البيض ونجاحها تستمر هذه الموجة فى التربة على أكياس البيض مما يؤدى إلـى نجاح عملية التطبيق.

وتتطفل هذه الفطريات على البيض فى مراحل نمو الجنين وتطوره وتقل مقدرة هذه الطفيليات على التطفل إذا تكونت اليرقات داخل البيض. ولهذه الفطريات نشاط محلل للكيتين Chitinolytic activities والكيتين يشكل إحدى مكونات قشرة البيض egg-shell بينما كيوتيكل اليرقات يفتقر إلى للكيتين وبالتالى يصبح التأثير على اليرقات ضعيف.

ويلعب الفطر *P.lilacinus* دوراً هاماً فى إصابة بيض نيماتودا التعقد *M.incognita* الذى يحطم أجنة البيض فى خلال خمسة أيام. ونسبة إصابة البيض بالفطر ترتبط مباشرة بفترة التعرض للفطر. وتبدأ عملية التطفل بنمو الفطر فى داخل كتلة البيض للأنواع *Meloidogyne, Tylenchulus* أما فى الجنس *Globodera* فيخترق الفطر فتحة المهبل أو الأجزاء المعرضة والمكسورة من عنق النيماتودا، ثم يدخل الفطر وينمو ترممياً على الجسم الذى يحيط بالبيض قبل التطفل على البيض والبيض قبل مرحلة gastrulation يكون معرضاً وضعيفاً للإصابة بالفطر ونتيجة الإفرازات الخارجية للفطر ونواتج عمليات التمثيل ونشاط الأنزيمات المحللة للكيتين تتاثر قشرة البيض وتتلف وتعرض الجنين لمشاكل عديدة تنتهى بإفساده، وتتراوح درجة الحرارة الملائمة للفطر مابين 15-30°م والفطر *P.lilacinus* يتلائم مع درجات حموضة مختلفة للتربة ويجعله أكثر تنافساً للكثير من الفطريات الأخرى كما أنه يتوافق أيضاً مع العديد من المبيدات الفطرية ومبيدات النيماتودا. وللفطر القدرة العالية على الانتشار السريع فى خلال فترة قصيرة ويستطيع أن يبقى طويلاً فى التربة ولا يحتاج كثيراً إلى عمليات إعادة العدوى فى التربة إذ تكفى مرة واحدة لبدء عمليات التطفل الناجحة شكل (154-151).

ومن المعروف أن معظم الفطريات المتطفلة على البيض تعتبر مترممات اختيارية *Facultative saprophytes* وتتغذى على البيض فى حالة زيادة أعداده وكذلك فى الظروف الغذائية السيئة. ولقد سجل للفطر *Dactylella oviparasitica* إصابته لبيض النيماتودا المتطفلة كما سجلت أنواع عديدة من جنس Verticillium لها القدرة على التطفل وتدمير بيض النيماتودا ويرقاتها مثل:

V.chlamydosporium, V.lacanii, V.leptobactrum .



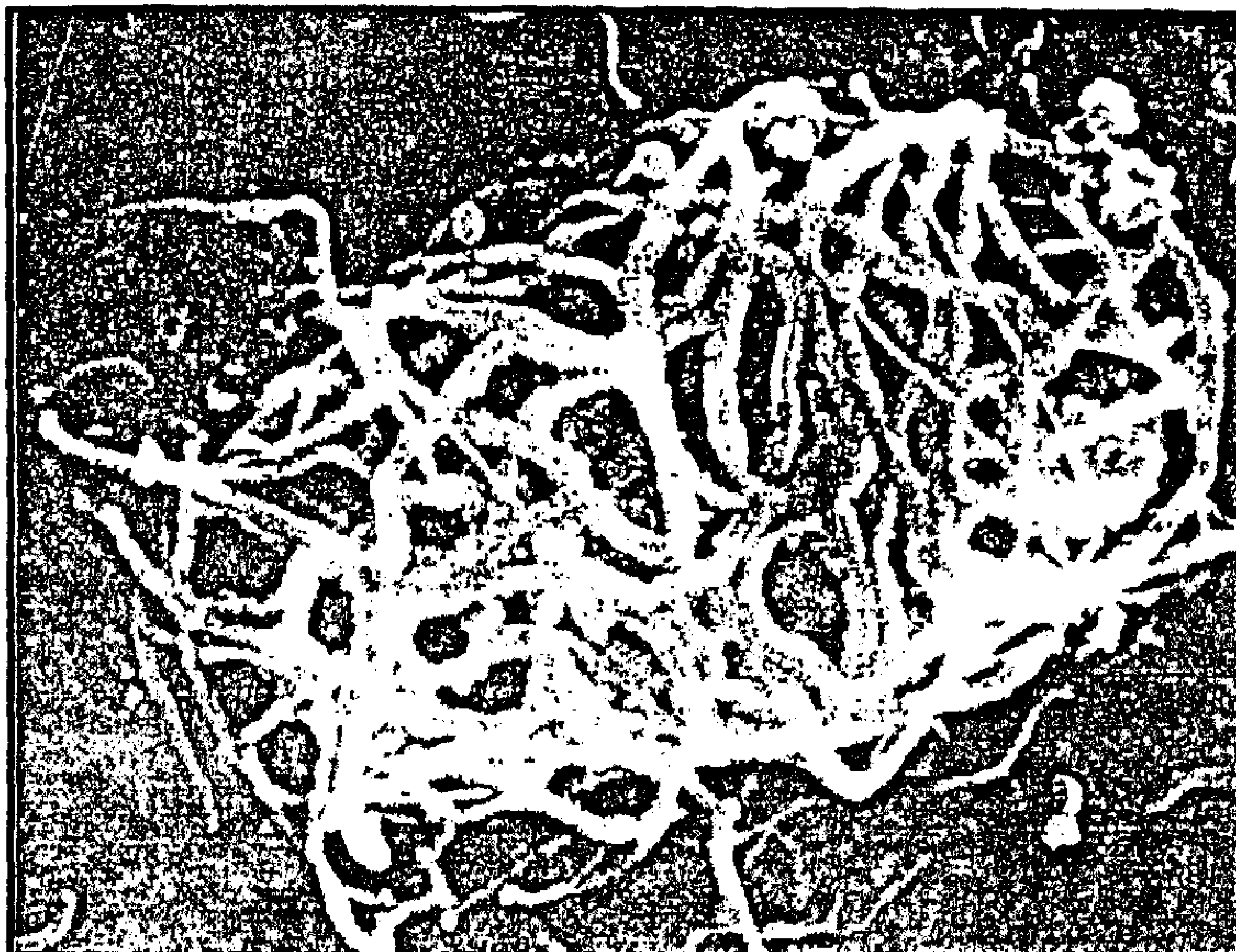
مراحل تطفل فطر *Paecilomyces lilacinus* على بيض نيماتودا تعقد الجذور

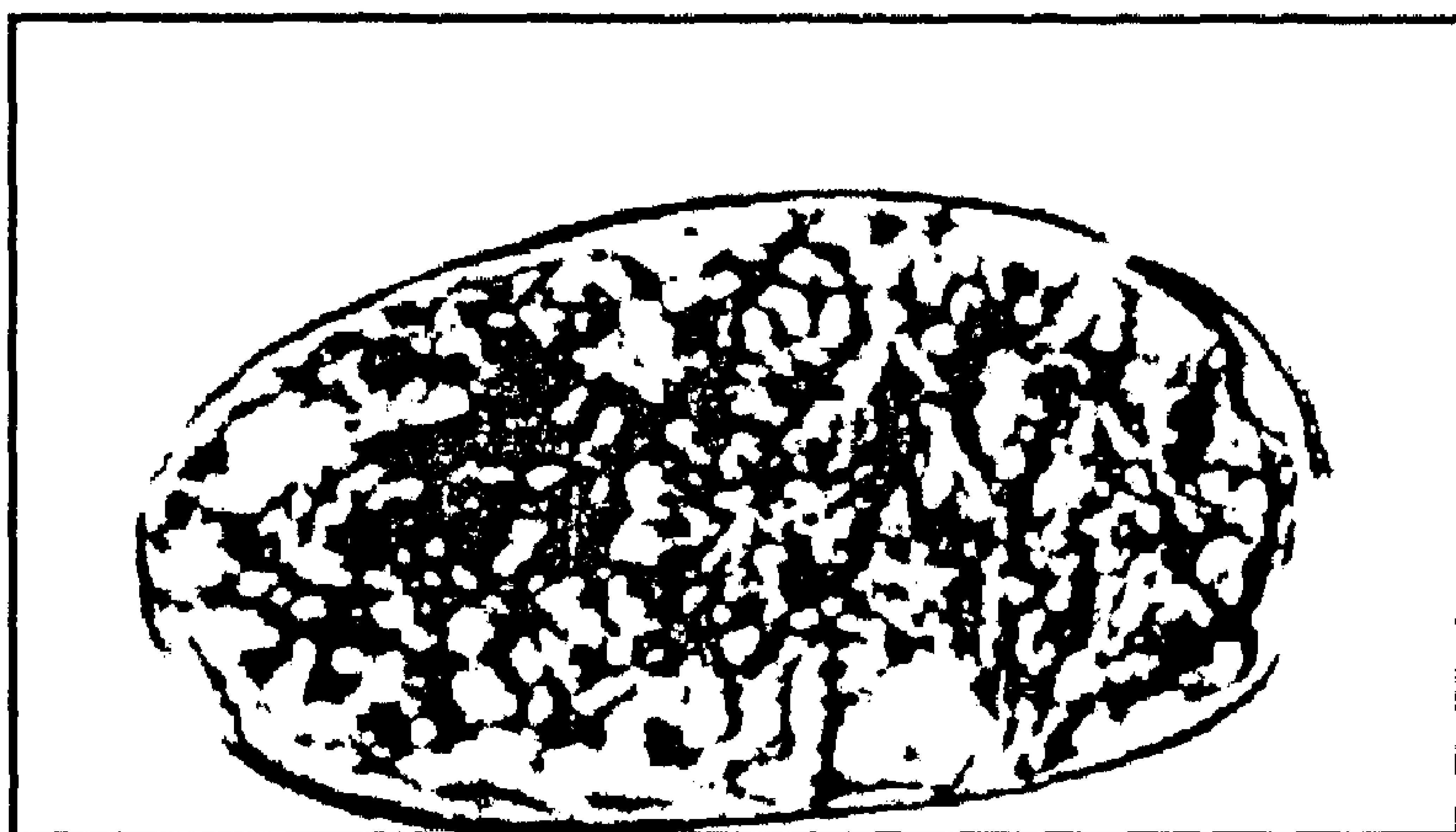
1- بيضة سليم

2- بيضة متطفل عليها الفطر فى مرحله أوليه.

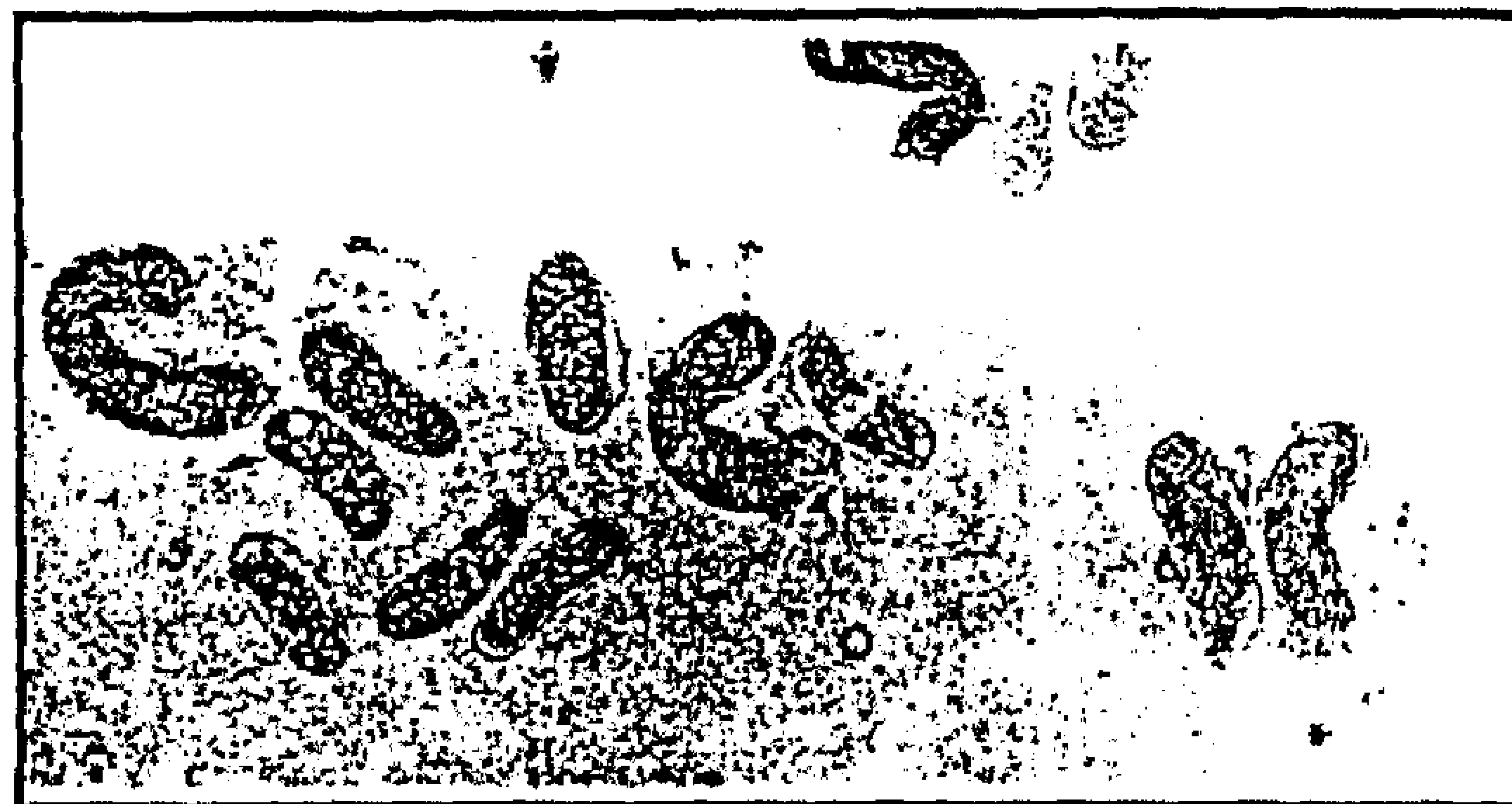
3- بيضة محاطة بالكامل بالفطر - مرحله متأخرة.

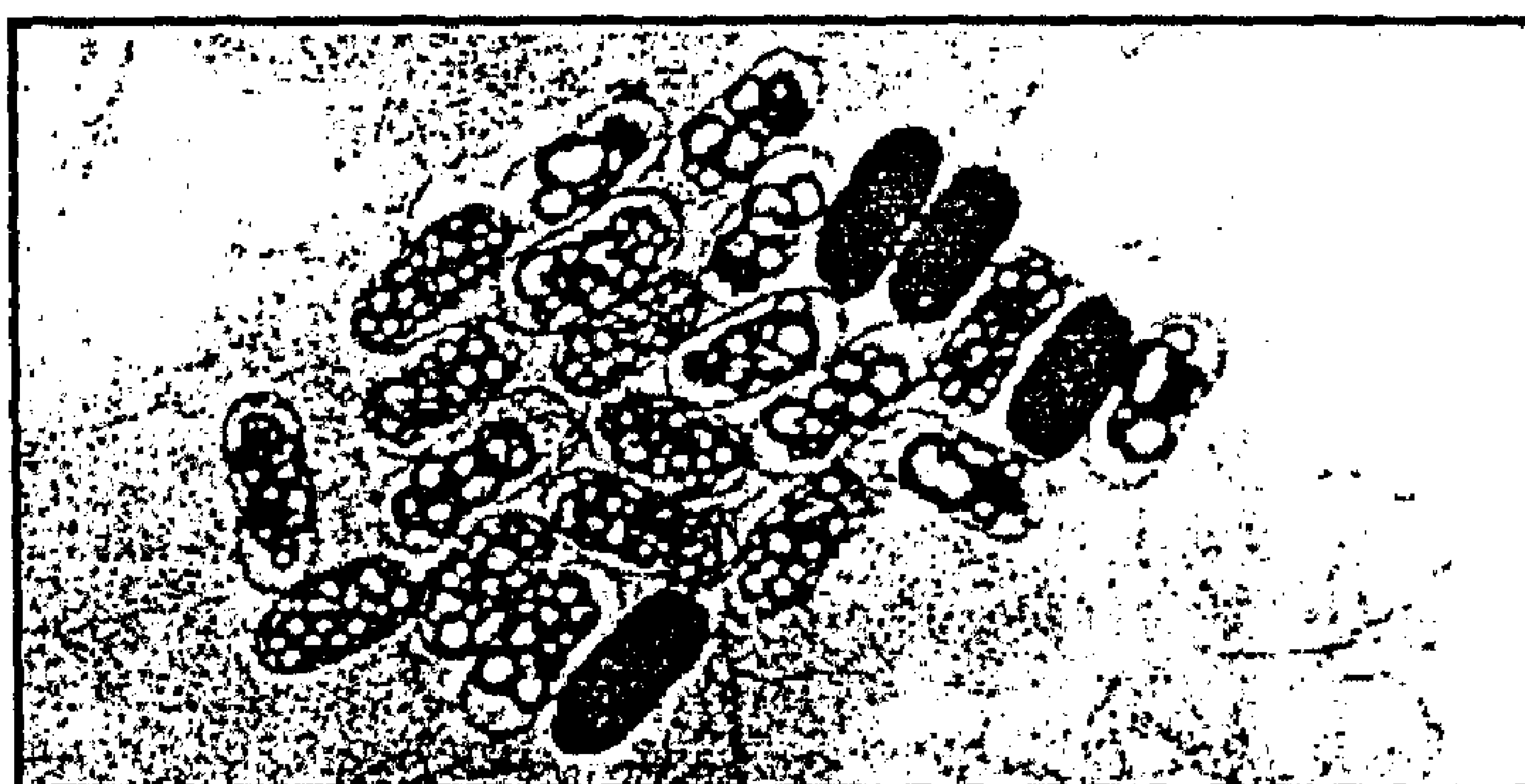
شكل رقم (151)





صور توضح أصابة بيض نيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* بهيفات الفطر *Paecilomyces lilacinus* التى تتفرع داخلياً وتحيط بمحتويات البيضة المدمرة وأحلال الفطر وهيفاته محل الجنين
شكل رقم (152)







التأثير الضار الناشئ عن الفطر ***P.lilacinus*** على تطور البيض والاناث الساكنة لنيماتودا التعقد الجذرى ***M.incognita*** ويتضح فى الصورة العلوية تشوه البيض نتيجة المنتجات السامة الناشئة عن الفطر . اما الصورة الوسطى فيتضح فيها اجهاض اجنة البيض وعدم تطوره للنيماتودا ***Globodera pallida*** نتيجة افرازات الفطر وتأثيراته الضارة لفطر ***Penicillium anatolicum*** وفى الصورة السفلى يتضح تأثير منتجات الفطر ***P.anatolicum*** على تطور الاناث الساكنة للنيماتودا ***G.palida*** وتكوين حويصلات مشوهة وغير مكتملة النضج.

شكل رقم (153)





تأثير احدى الفطريات المضاده للنيماتودا والمتطفلة على البيض الخاص بنيماتودا حويصلات فول الصويا.

صورة علوية: سطح بيضه سليمة غير متطفل عليها من الفطر ويبدو سطحها ناعما طبيعيا .

صورة سفليه: سطح بيضه متطفل عليها من الفطر المهاجم ويبدو السطح متجعدا ومثقوبا.

HE: بيض سليم. DE: بيض متطفل عليه .

شكل رقم (154)

-الفطريات التى تتطفل على النيماتودا باستخدام الجراثيم الحيوانية (جراثيم متحركة) :Fungi that utilize zoospores to Parasitize nematodes

وهى جراثيم متحركة لبعض الفطريات تتحرك باتجاه النيماتودا الضحية وتلتصق بها ثم تصيبها وهى تختلف من حيث وجود الأسواط فمنها ما يلتصق بالجرثومة أمامياً أو خلفيا أو جانبياً أو لها 2 سوط أمامى وغيرها (شكل 155-156).

وهى تتبع Mastigomycotina وهناك خمسة أنواع من هذه الجـراثيم وهــى تلتصق بجلد الضحية أو جدار الجسم ثم تخترق الجسم وهى جراثيم مائية وقد توجد فى التربة الرطبة ومن أهم هذه الفطريات.

1-*Catenaria anguillulae* الذى يصيب أكثر من 27 نوع من النيماتودا المتطفلة.

2-*Catenaria vermicola* الذى يصيب أجناسا عشرة من النيماتودا المتطفلة نباتياً.

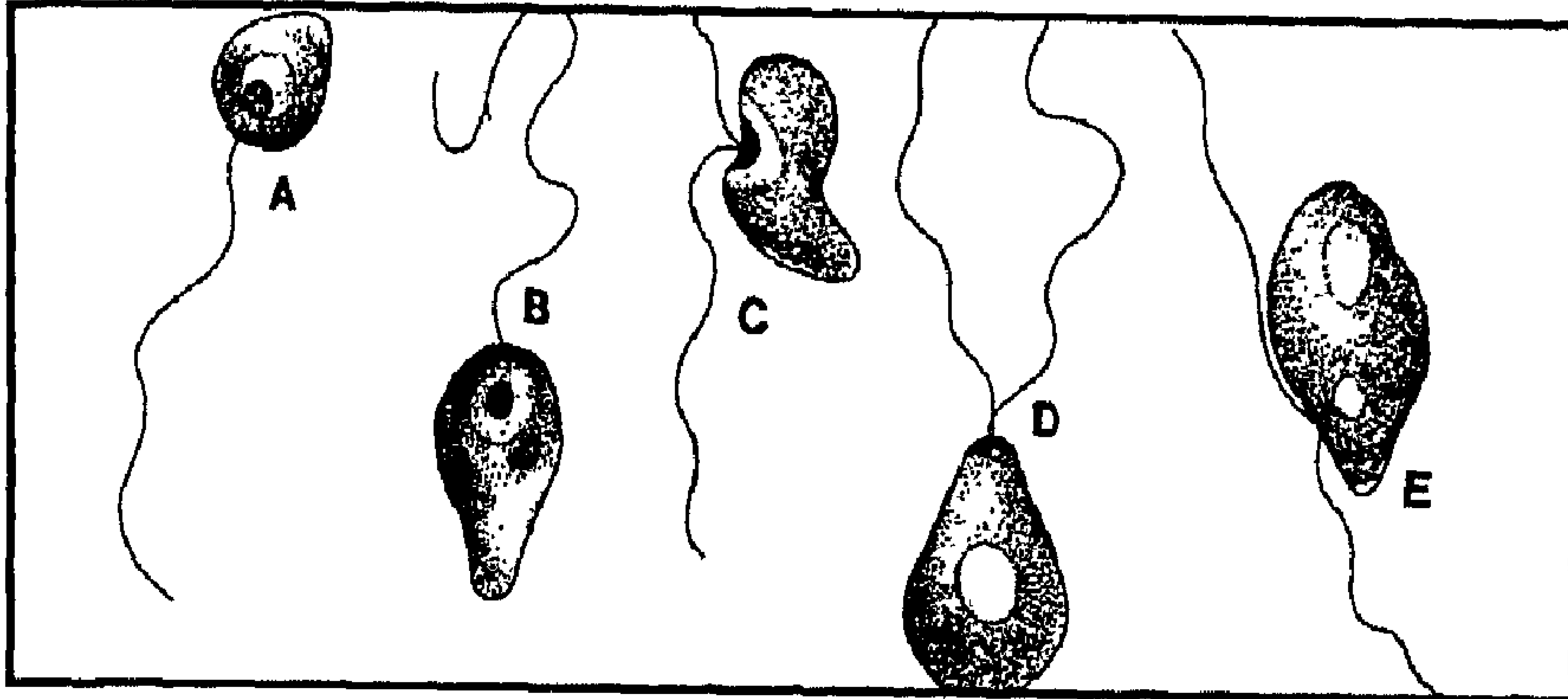
3-*Catenaria auxiliaries.*

الذى يوجد فى حويصلات نيماتودا *G.pallida* وكذلك نيماتودا حويصلات القمح وبنجر السكر على التوالى *H.avenae, H.schachtii*.

4-*Nematophthora gynophila .*

الذى وجد فى النوع *H.avenae* وتأخذ دورة الحياة كاملة 25-80 ساعة.

كذلك من الأنواع الفطرية المنتشرة *Myzocytium spp*، *Rhizophydium spp*.



أشكال مختلفة للجراثيم الحيوانية التى يمكن أن تصيب الأنواع النيماتودية المختلفة

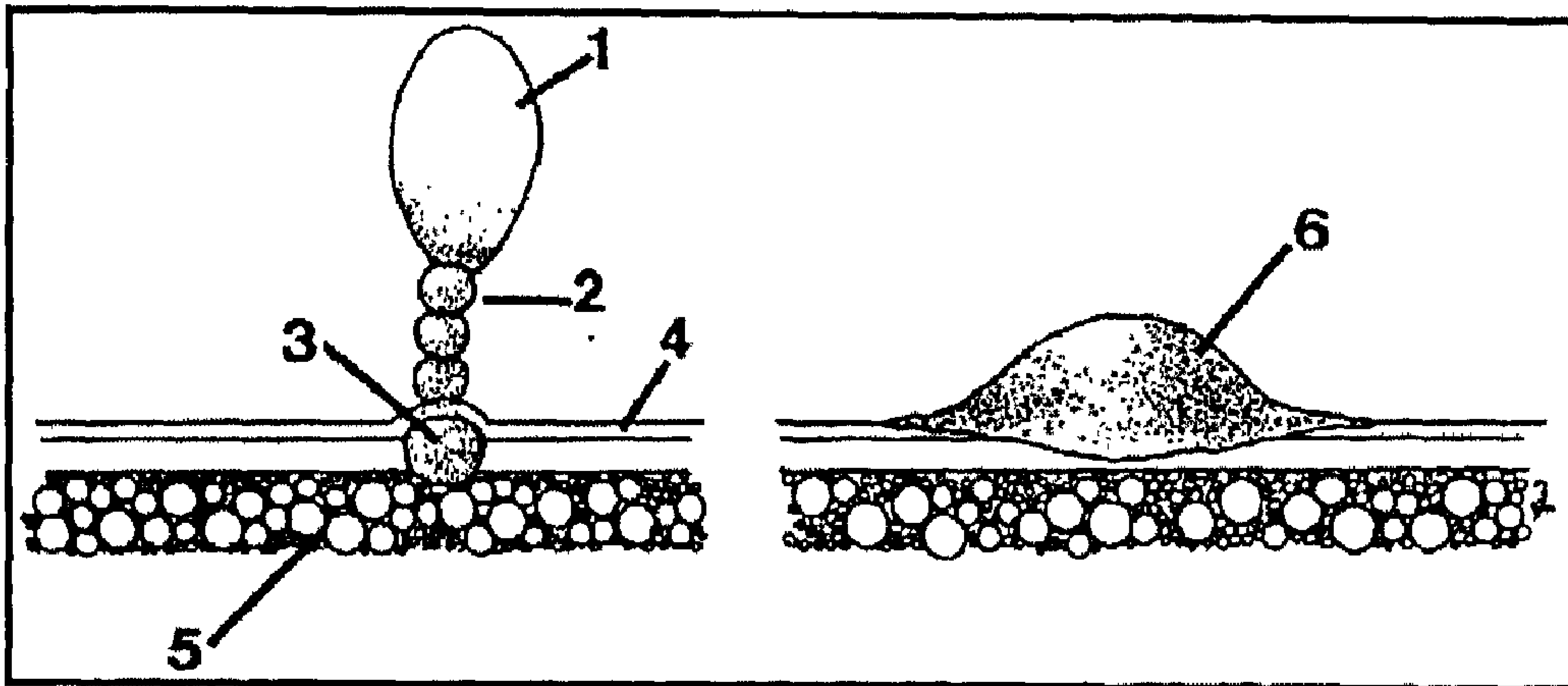
A- جرثومة ذات سوط خلفى من *Chytridiomycetes*.

B- جرثومة ذات سوط أمامى من *Hyphochytridiomycetes*.

C- جرثومة ذات سوط خلفى من *Oomycetes*.

D- جرثومة ذات سوطين أماميين *Plasmodiophoromycetes*.

E- جرثومة ذات سوطين أمامى وجانبى من *Oomycetes*.



جراثيم حيوانية ملتصقة بجدار جسم النيماتودا (يمين)

يسار : جرثومة حيوانية ملتصقة بالعائل بالميسيليوم (برعم ميسليومى)

1- جرثومة حيوانية مفرغة.

2- برعم ميسيليومى.

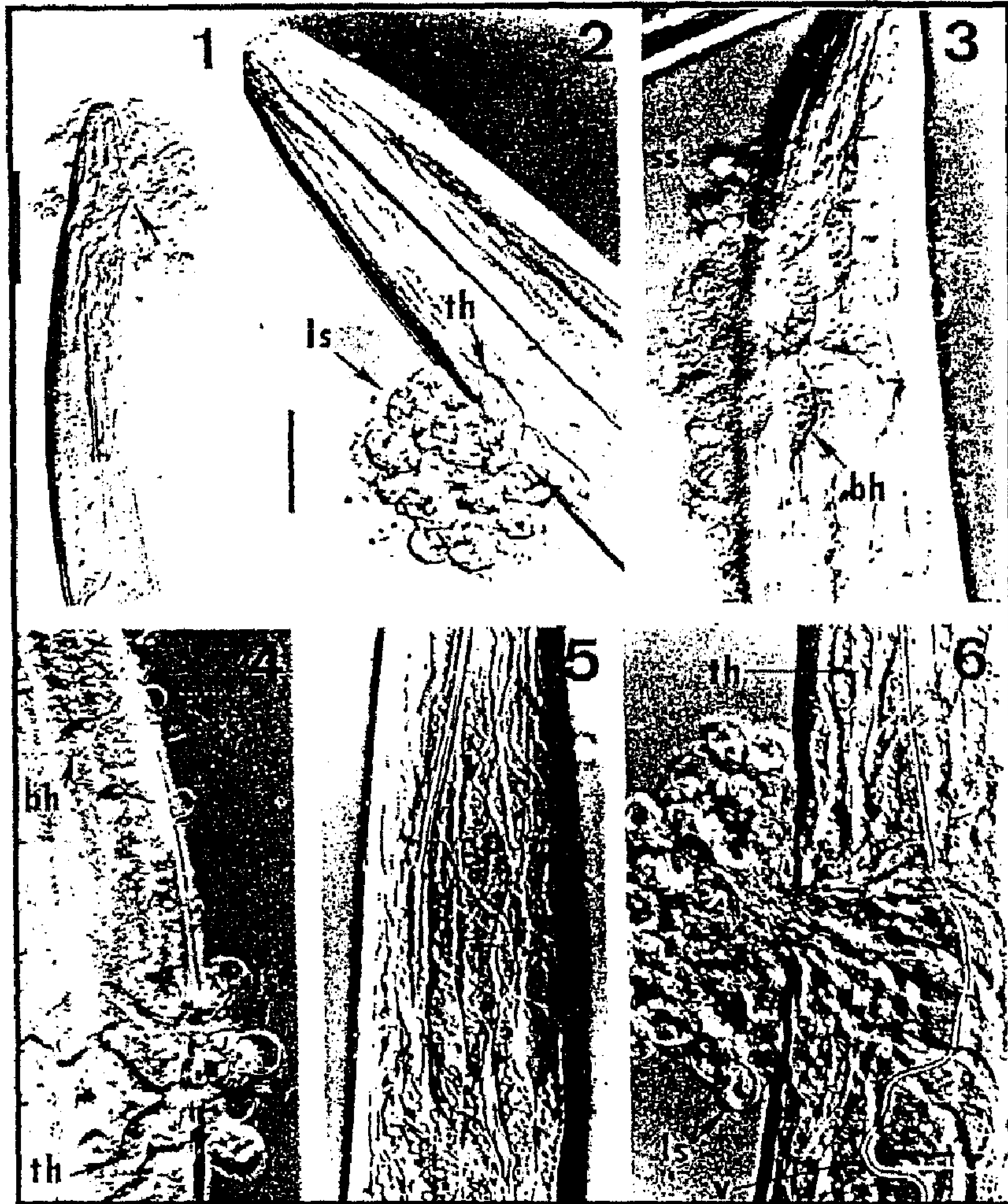
3- أنبوبة إصابة

4- جلد النيماتودا.

5- أمعاء النيماتودا.

6- جرثومة ملتصقة.

شكل رقم (155)



صورة توضح تطفل جراثيم حيوانية لبعض الفطريات zoo sporic fungi للعديد من النيماتودا الخنجرية، *X.americanum, Xiphinema rivesi* متطفلات فى مزارع الخوخ والتفاح.

1- جراثيم حيوانية بجوار جسم النيماتودا encysted.

2- اختراق النيماتودا بالقطر بجوار الحلقة العصبية بالعديد من الجراثيم الحيوانية.

3- اختراق جسم النيماتودا بجراثيم حيوانية صغيرة.

4- اختراق جسم النيماتودا بجراثيم حيوانية كبيرة وصغيرة، صغيرة (ss) و كبيرة (Ls).

5- نيماتودا خنجرية *X.americanum* تحتوى على هيفات فطريـة مختلفـة المقاسـات لفطـر *Catenaria anguillulae*.

6- مجموعة كبيرة من الجراثيم الكبيرة خارج كيوتيكل نيماتودا غير متطفلة.

شكل رقم (156)

- تأثير نواتج التمثيل الغذائي لبعض الكائنات الحية على النيماتودا :
Organisms with inhibitory and/or Stimulatory metabolites :

من المعروف أن الدور الذي تلعبه الكائنات الدقيقة في التربة في التأثير على النيماتودا المتطفلة نباتياً يكون من خلال التطفل والافتراس بصورة مباشرة. ولكن التأثير الغير مباشر يكون من خلال التأثير المهلك أو الضار أو المثبط من خلال الإفرازات الكيميائية ذات التأثير السام والتي يمكن أن تؤثر على الأنشطة المختلفة للنيماتودا المتطفلة نباتياً مثل أنشطة الحركة والفقس والاختراق للجذور أو تغيير من فسيولوجية النيماتودا ذاتها. كذلك فإن التحلل الدائم للمواد العضوية في التربة بواسطة الكائنات الدقيقة ينتج عنه تكون مركبات سامة ضارة بالنيماتودا. كما أن المادة العضوية في التربة يمكنها زيادة الأعداء الحيوية للنيماتودا في التربة والتأثيرات الناجمة عن وجود الكائنات الحية الدقيقة في التربة **يمكن تلخيصها في:**

1- كائنات تفرز وتكون مواد مثبطة لأنشطة النيماتودا المتطفلة نباتياً:

Organisms with inhibitory Metabolites:

وهذه المواد تشابه في تأثيرها تأثير مبيدات النيماتودا الجهازية ويمكنها أن تلعب دوراً في مجال المكافحة. ومن هذه الكائنات.

أ- البكتريا Bacteria :

ومنها ما ينتمي إلى الجنس *Clostridium butyricum* الذي ينتج بعض المركبات السامة مثل: Butyric acid, propionic acid, acetic acid, formic acid

كما أن البكتيريا *Bacillus thuringiensis* لها دور فعال في مجال مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً. كما سجل للعديد من الأجناس التالية دوراً هاماً وملحوظاً في إفراز مواد سامة ومثبطة للنيماتودا الممرضة نباتياً **ومنها:**

Pasteuria, Pseudomonas, Bacillus, Azotobacter, Azospirillum, Serratia.

كما تلعب بكتيريا الجذور دوراً هاما في هذا المجال مثل جنس Rhizobium.

ب- الأكتينوميسيتس **Actinomycetes:**

البعض منها يفرز مركبات سامة أومركبات لها خصـــائص مبيـــدات النيمـــاتودا ومثـــال ذلـــك مركـــب Avermectins الـــذى يعـــزل مـــن الكـــائن الحيـــوى *Streptomyces avermitilis* والذى له نشاط واسع ضـــد النيمـــاتودا الممرضـــة. والأشكال المحببة والسائلة من الأفرمكتن لها عشرة أمثـــال قـــوة مبيـــدات النيمـــاتودا الأوكساميل والألديكارب فى مكافحة نيماتودا التعقد *M.incognita* على الطماطم.

ج- الفطريات **Fungi:**

بعض من كثير من الفطريات له القدرة على إنتاج مركبات لها بعض خصـــائص مبيدات النيماتودا وكذلك كمضادات حيوية أو لها تأثيرات مثبطة. والبعض مـــن هـــذه الفطريات لها دور تطفلى بالإضافة إلى الدور الذى تلعبه فى إفراز هذه المركبات مثل *P.lilacinus* الذى يسبب تشوه بيض النيماتودا والبعض الآخر من الفطريـــات يفـــرز مواد كيميائية تسبب اختلال عملية نفاذية قشرة بيض النيماتودا بحيث تســـمح بـــدخول المركبات السامة إلى البيض. ومثال ذلك الفطـــر *Penicillium anatolicum* ضـــد النيماتودا *G.rostochiensis*. وتحتاج هذه الكائنات إلى دراسة مستفيضة فى المعامل in-depth للحصول على معلومات أكثر عن دورها فى هذا المجال من حيث الكفـــاءة المرجوه منها.

2- كائنات تفرز وتكون مواد ذات تأثير مشجع لأنشطة النيماتودا:

Organisms with Stimulatory Metabolites:

وهى كائنات لها دور فى إفراز مركبات تؤثر على أنشطة أطوار النيماتودا فـــى التربة مثل البيض (تغيير نفاذية القشرة وتسمح بالتأثيرات على طبقات الدهون وتسهيل عملية الفقس) والبعض من هذه الكائنات يسبب تثقب قشرة البيض ويسبب عملية فقـــس مبكر Pre-mature hatching ويسبب ذلك خروج اليرقات قبل تمام التطور وبالتالى تفشل فى عملية اختراق جذور النباتات وتفشل فى إحداث التطفل وتموت جوعا بدون اختراق الجذور للعائل المناسب.

– مواصفات العدو الحيوى الناجح :

توجد فى التربة الزراعية الكثير من الأعداء الحيوية الناجحة التى تلعب دوراً فى خفض التعداد النيماتودى بها. ومن هذه الأعداء الحيوية توجد أنواع وأعداد قادرة بصورة حقيقية على خفض أنواع نيماتودية معينة هذه الأنواع ذات صفات معينة تجعلها ناجحة فى هذا الصدد ومن أهم **هذه الصفات ما يلى:**

1- يجب أن يكون غير ممرضاً للنبات أو الحيوان أو الإنسان وهناك ظاهرتان لتطبيق العدو الحيوى:

أ-Inundation (وهو إدخال العدو الحيوى بكميات كبيرة إلى التربة مرة واحدة فقط).

ب-Augmentation أو العدوى Inoculation (وهو إدخال العدو الحيوى والمحاولة على استبقائه وزيادة كفاءته) وإذا حدث وكان هذا العدو الحيوى ممرضاً للحشائش الغير مرغوبة يعتبر هذا إضافة إلى مزاياه.

2- العدو الحيوى الناجح يجب أن يقلل ويخفض التعداد النيماتودى بكميات كبيرة وذلك خلال فترة معينة بحيث يصبح هذا التعداد أقل من المستوى الذى يحدث إصابة وخسائر اقتصادية.

3- يجب أن يكون العدو الحيوى قادراً على الأقلمة والتكيف مع ظروف التربة المختلفة والبناء التكوينى لها وذلك لفترة طويلة كافية.

4- يجب أن يكون هذا العدو الحيوى قادراً على المنافسة مع بقية الطفيليات أو المفترسات فى النظام البيئى السائد (أى يجب أن تكون له قدرة ترممية عالية ليستطيع الحياة فى ظروف عدم وجود العائل).

5- يجب أن تكون له قدرة عالية على التكاثر لإنتاج أفراد جديدة تستطيع أن تحافظ على مستوى المكافحة فى التربة. وهذا يتطلب كميات طاقة كبيرة وهذا يعتبر مكلفاً من الناحية الاقتصادية ويجب أن يكون هناك توازن بين التكاثر والقدرة على الإصابة والعدوى.

6- له القدرة على البقاء والمعيشة فى التربة بنسبة عالية وذلك تحت الظروف الصعبة وغياب العائل وأن يكون له القدرة على السكون عند الاحتياج لذلك وذلك عند عدم وجود العائل.

7- له المقدرة على إصابة العائل وقتله قبل أن يتمكن العائل من إكمال دورة حياته.

8- يجب أن يكون له القدرة على إنتاج مضادات حيوية أو مركبات ضارة بالنيمـــاتودا المتطفلة بحيث تسبب قتلها أو تثبيطها.

9- يجب أن يكون له المقدرة على التأثير على أنواع مختلفة من الأنواع النيماتوديـــة المتطفلة ولكن من عيوب ذلك هو السماح بزيادة أعداد الأنواع الغير متأثرة.

10- له المقدرة على الانتشار الواسع بطرق عديدة بحيث يؤدى ذلك إلى استقراره فى التربة المعاملة.

11- يمكن أن ينتج بكميات كبيرة Mass-production (للإنتاج التجارى).

12- تكون لوحداته التى تصيب العائل القدرة على أن تخزن لفترات طويلة بدون فقـــد قدرتها الحيوية.

13- يجب أن تكون له المقدرة على خفض تعداد المسببات المرضية الأخرى والآفات.

14- يجب أن تكون له القدرة على التوافق مع تطبيقات الأسمدة ومبيدات الآفات.

15- أن يكون للعدو الحيوى ثبات وراثى جينى لتأكيد قدرته الطويلة على التأثير على العائل.

16- يجب أن يؤدى تطبيقه إلى زيادة المحصول بدرجة تغطى تكاليفه .. وعلى هـــذا الأساس يجب أن يحظى العدو الحيوى الناجح ببعض هذه الصفات وليس كلها لأنه من المتعذر الحصول على عدو حيوى له كل هذه الصفات.

- **مواصفات استخدام المكافحة الحيوية باستخدام الفطريات :**

لكى يكون العدو الحيوى فعالاً يجب أن تكون له القدرة على الحركة mobility والبحث عن الفريسة وتوافقه مع البيئة Adaptability to environment والتخصص العائلى Host specificity والتوافق مع العائل Synchoroniztion with host مع إمكانية العدو الحيوى للحياة بدون عائل لفترة طويلة.

ملاحظة: قدرة الفطريات على التطفل على النيماتودا فى المعمل لا يعنى مطلقاً مقدرتها على ممارسة نفس الدور فى الحقل فى الطبيعة ويجب ملاحظة ما يأتى عند إدخال الفطر إلى التربة بقصد استعماله كعدو حيوى.

1- لا تنتج عنه أى تأثيرات خطيرة غير مرغوبة على الإنسان والكائنات المفيدة والحيوان.

2- يجب أن تكون له القدرة على الحياة والبقاء والتكاثر والتنافس بنجاح مع الكائنات الحية فى التربة.

3- أن تكون له القدرة المرضية العالية ضد النيماتودا المراد مكافحتها.

4- ويجب تزويد الكائن المضاد بما يسمى قاعدة غذائية أولية food base تساعده كمصدر للطاقة فى البداية. ويختلف ذلك فى حالة ما إذا كان العدو الحيوى طفيل إجبارى فيمكنه النجاح بدون قاعدة غذائية أولية.

5- ومن المعروف أن المادة الغذائية المضافة مع الفطر تصل إلى عدة أطنان للهكتار قد تلعب هى نفسها دوراً رئيسياً فى تحسين الحالة العامة للعائل ويعزى ذلك إلى مكافحة النيماتودا حيوياً مع أن التأثير يرجع فقط إلى تأثير المادة العضوية المضافة ولا يتحقق أى نسبة من نسب مكافحة النيماتودا.

6- لوحظ فى الزراعات المتكررة لمحصول واحد سنة بعد أخرى أن ذلك أدى إلى زيادة معدل تكاثر ووجود الفطريات المضادة للنيماتودا المتطفلة نباتياً.

7- وجد أن إضـافة المادة العضـــوية الكيتينيـــة للتربـــة Chitinous organic soil amendments يؤدى إلى زيادة تطفل الفطريات على بيض النيماتودا.

8- وجود فطر معين على إناث نيماتوا التعقد الجذرى أو نيماتودا التحوصل أو علـــى أكياس البيض لا يعنى أن هذا الفطر طفيل.

9- تختلف العزلات المختلفة لنوع معين من الفطر فى قدرتها التطفلية وهـــذه هـــى القاعـــدة بخصوص هذا الشأن كما فى بعض عـــزلات *F.solani, F.oxysporum* كـــان لهـــا القدرة على تدمير بيض *H.schachtii* بينما عزلات لنفس النوع كانـــت غيـــر قـــادرة non-pathogenic.

– التنوع فى المجتمعات الميكروبية فى الأرض الزراعية :

Diversity in Soil borne Microbial Communities A Tool For Biological System Management of Root Health:

مقـــدمة:

الدور الذى تلعبه الكائنات الدقيقة المرتبطة بالمجموع الجذرى فى تحسين الصحة العامة للجذور لازال غير مفهوما حتى الآن. وقد تم فى الماضى دراسات كثيرة على طبيعة التربة ذات التأثير الخافض والمقلل للمسببات المرضية Suppressive soils ولقد أفرزت هذه الدراسات معلومات كثيرة أدت إلى التعرف على العديد من الكائنات الدقيقة ذات الأنشطة البيولوجية المختلفة والبعض منها يمكن تطويره فى مجال المكافحة الحيوية للأمراض والنيماتودا باستخدام ما يسمى Inundative biological Control.

وهناك من الاتجاهات والأفكار الحديثة لإدارة الآفات فى النظام البيئى للتربة Soil-ecosystem والتى يمكن تطبيقها بغرض تخفيض أعداد المسببات المرضية وذلك عن طريق استخدام قطاعات أو أجزاء من المجتمع الميكروبى فى ذلك الاتجاه Specific segments of the microbial community.

ومن المعروف علمياً أن المجتمع الميكروبى أو المجتمعات الدقيقة فى التربة تكون دائماً شديدة التعقيد وتستلزم الجهد المتواصل للتعرف على خواصها وأنشطتها كى يمكن استخدام هذه المجتمعات الميكروبية كنظام معدل Buffer system يستخدم فى إدارة ومكافحة مسببات الأمراض والآفات. ومن المعروف أيضاً أن النظام البيئى فى الأنظمة الزراعية يحتوى على مدى واسع وتنوع بيولوجى عال من الكائنات الدقيقة التى يمكن أن تكون ذات أهمية عالية فى حماية النباتات من عناصر الضغط البيئى Stress factors مثل الأمراض والنيماتودا.

والأختلاف الرئيسى فى التنوع البيولوجى بين النظام البيئى الطبيعى Natural ecosystem والنظام البيئى الزراعى Agro-ecosystem يرجع إلى التدهور فى الكتلة الحيوية biomass فى النظام البيئى الزراعى. وقد يرجع ذلك إلى النقص فى المادة العضوية Organic matter والانتقال من التنوع النباتى Plant diversity إلى الزراعة الأحادية Monocultures فى الزراعة الحديثة.

العمليات التى تستخدم بغرض الزيادة الكلية أو الجزئية للمجتمعات الميكروبية الطبيعية والتى تؤدى إلى تحسين صحة الجذور يمكن أن تعد كاتجاهات بديلة جديدة فى مسار المكافحة الحيوية باستخدام أسلوب Inundative biological control system والإدارة العلمية الواعية والفعالة للمجتمعات الميكروبية يمكن أن تؤدى إلى ثبات النظام البيئى فى التربة وتحسين صحة النبات والجذور.

من المفيد وذو أهمية بمكان أن تدمج وتتكامل أنظمة إدارة مكافحة الأمراض والآفات فى الأنظمة المختلفة لتعاقب المحاصيل حيث تلعب المادة العضوية المتخلفة عن المحاصيل المختلفة وتراكماتها فى التربة إلى ملائمتها للمجتمعات الميكروبية والمحاصيل على السواء مما يؤدى إلى زيادة الدعم المقدم إلى المزارع باعتبار هذه المعاملات ذات صفة الشيوع.

- المجتمعات الميكروبية ووقاية النبات:

Microbial Communities and Plant Protection :

بداية يجب توضيح أنه فى النظام البيئى للتربة توجد علاقات متداخلة بين المجتمعات الميكروبية، النبات العائل، المسبب المرضى أو النيماتودا والتعقيد فى هذه العلاقات المتداخلة يجعل وضع أنظمة ثابتة لإدارة مكافحة الآفات شئ صعب أو وضع أنظمة خاص لا تتغير أيضاً شيء صعب. ويمكن اقتراح التسمية التالية Rhizosphere Specific Microbial Community (RSMC) التى تعبر عن مجتمع الجذور بما فيه من تربة شديدة الصلة بالجذر وما تحويه من تنوع فى اعداد وأنواع الميكروبات والكائنات الدقيقة التى تلعب دوراً هاما فى تحسين صحة الجذور والنبات لمحصول معين حيث أن لكل محصول نباتى مجتمعه الميكروبى المرتبط به والذى يزداد فيه هذا الارتباط فى حالة الزراعة المستديمة كالعنب والموز والموالح وذلك لثبات النظام البيئى لها لسنوات عديدة عن ما يحدث فى النباتات والمحاصيل الحولية سواء كانت صيفية أو شتوية. أيضاً يقترح المصطلح Biological System Management (BSM) فى تفسير وإيضاح كيفية إدارة العلاقات المتشابكة بين العناصر الحيوية البيولوجية فى النظام البيئى الزراعى مع أنظمة الإنتاج الزراعى للوصول إلى صحة الجذور كهدف نهائى وبالتالى فإن بعض الأشكال أو الأنظمة من (BSM) يمكن أن تستخدم فى تطوير أساليب جديدة أو متغيرة فى منظومة الإنتاج الزراعى وذلك لإدارة المكونات البيولوجية الحيوية للنظام البيئى الزراعى لزيادة صحة النبات (RSMC).

وتلعب إدارة عوامل وعناصر المكافحة الميكروبية على النظام البيئى الزراعى ككل بدلاً من العمل على عنصر واحد فقط كما يستخدم فى كثير من الأحيان. وتحسب قيمة لكل المدخلات البيولوجية Biological entities - النبات - المسبب المرضى - الآفة والمجتمع الميكروبى والعلاقات المتشابكة فيها فى نظام تعاقب المحاصيل وذلك للوصول إلى نظام بيئى زراعى متوازن يحتوى على مدى واسع من النشاط والتنوع البيولوجى وذلك بعكس المفهوم القديم من أحلال عنصر بآخر يكون ذو فائدة محدودة.

بالتالى يمكن استخدام (BSM) كأداة لتشجيع وزيادة المجتمعات الميكروبية المتخصصة المصاحبة لجذور النباتات حتى يمكن الحصول على صحة جيدة للجذور. وهذا الاتجاه الجديد سوف يستخدم لإيضاح كيفية تأثير مكونات مفهوم إدارة النظام الحيوى على بناء المجتمع بحيث يؤدى فى النهاية إلى زيادة صحة الجذور ويمكن إيضاح ذلك عن طريق ثلاثة اتجاهات.

1- إدخال كائن حيوى بصورة فردية أو إدخال عدة أنواع من الكائنات الدقيقة.

2- استخدام هذه الكائنات مع الدورات الزراعية واختلاف الأصناف النباتية فى الدورات.

3- استخدام نباتات ذات أصول وراثية مختلفة.

وحجر الأساس فى المكافحة البيولوجية هو استخدام جزء خاص أو مكون خاص من التنوع البيولوجى فى النظام البيئى.

فى الظروف البيئية المناخية المعقدة المحيطة بالمجموع الجذرى فإن النجاح أو الفشل فى إدخال الكائن المفيد Inundative introduction يتأثر بشدة بالعوامل الحيوية والطبيعية Biotic and a biotic factors وعموماً فإن الإدخال نادراً ما يؤدى إلى استبقاء الكائن فى التربة والمكافحة على المدى الطويل Long-term control.

تعتبر التربة مادة تسمح بتطور المكونات الكيمائية والطبيعية لها والتى يصعب محاكاتها تحت ظروف المعمل.

هناك ثلاثة اتجاهات فى مجال استخدام المكافحة الحيوية:

1- إدخال الكائنات المتضادة مع المسبب المرضى (كائن طبيعى).

2- إدخال كائنات متضادة معدلة وراثياً.

3- زيادة فاعلية الكائن من خلال إدارة المكافحة وهذه الطرق الثلاثة تؤدى فى معظم الأحيان إلى زيادة سريعة فى مدة قصيرة للكائن الحيوى .

(A) Inundative approaches and increased Biodiversity:

1- نوع واحد فقط Single species :

المعاملة بنوع واحد أو سلالة من الكائنات الدقيقة التى ثبت أن لها نشاط بيولوجى واضح فى مكافحة الأمراض والآفات ولها القدرة على مكافحة هدف معين (مسبب مرضى) أو آفة معينة هو من الطرق والاستراتيجيات الأكثر شيوعاً لزيادة التنوع البيولوجى فى التربة على أسس تجارية. ولقد استخدمت أنواع عديدة من الفطريات والميكورهيزا ضد أنواع معينة من النيماتودا المتطفلة نباتياً. ولقد أوضحت الدراسات وجود ميكانيكيات وآليات مختلفة فى طرق التأثير تتضمن إفراز مضادات حيوية Antibiosis أو إفرازات طاردة Repellents أو أفراز توكسينات سامة Toxins أو إحداث مقاومة داخل العائل Induced resistance ولقد بينت الكثير من الدراسات أن استخدام هذه الكائنات أدى فى بعض الأحيان إلى إحداث مقاومة ضد المسبب المرضى داخل العائل مما أدى إلى تشجيع نمو جذور ذات صحة عالية. وهناك آليات غير مباشرة للتأثير مثل التنافس على مصادر التغذية أو التنافس على أماكن التغذية فى الجذور وغزوها قبل المسبب المرضى. كذلك أدى استخدام العوامل الحيوية إلى زيادة استعمار الجذور بالبكتريا النافعة. ولقد وجد بالتجربة والبحث أن استخدام الميكورهيزا فى المكافحة الحيوية للأمراض ومنها النيماتودا أدى إلى زيادة أعداد الأنواع التالية فى منطقة الجذور.

Bacillus, Agrobacterium spp., Pseudomonas spp., Penicillium funiculosumand, and Aspergillus niger, circulans.

ولقد أدى إدخال نوع واحد من الكائنات الحية الدقيقة إلى حدوث تأثير واضح على البكتيريا المصاحبة للمجموع الجذرى (المجتمع) الخاص بهذا الجذر حتى وأن كانت البكتريا التى أدخلت ليست من مكونات المجتمع الميكروبى لهذا الجذر.

2-أنواع عديدة Multiple species :

توجد هذه الأنواع العديدة من الكائنات الدقيقة وقد تكون غير معروفة فى المواد العضوية والمخصبات العضوية والكمبوست العضوى والتى قد تلعب دوراً هاماً فى خفض إعداد النيماتودا المتطفلة نباتياً وتسمى هذه المواد .

Biologically activated amendments for commercial use as a plant protection system.

وهذا التأثير الخافض لأعداد المسبب المرضى النيماتودى لا يرجع إلى نشاط نوع واحد فقط ولكن يرجع إلى تأثير المجتمع الميكروبى والكائنات الدقيقة من درجات تقسيميه مختلفة أى من مختلف الأجناس الدقيقة والتى تختلف فى آليات تأثيرها (تأثير جماعى لأنواع حيوانية مختلفة). ولقد وجد أن نوع ودرجة المكافحة Type and degree of control الناتجة من استخدام الكائنات الدقيقة يكون محكوما بتركيب ونضج وطريقة وشكل التطبيق للمادة العضوية.

ولقد وجد أن المادة العضوية باختلاف أشكالها تشترك فى المدى الواسع والكثيف والممتد لنشاطها وتأثيرها تجاه الكائنات الدقيقة النباتية المستوطنة محلياً فى منطقة الجذور وأنسجتها Native microflora.

ولقد وجد أن استخدام الكمبوست Composts لا يشجع الكثافة الكلية للكائنات الدقيقة فى منطقة الجذور ولكنها تغير أعداد الأنواع الموجودة وبالتالى تسبب تغير فى الأنواع والمجموعات الخاصة من بكتيريا الجذور. والعلاقة هنا مع البكتيريا المصاحبة تكون فسيولوجية كيميائية Physio- chemical changes.

ولقد وجد أيضاً أن الكائنات الدقيقة فى الكمبوست تتأثر بشدة بالعوامل الغير حية والمجتمعات الميكروبية المحيطة والعوامل الغير حية تنظم وظيفة الميكروبات فى النظام البيئى ويبين ذلك نوع التغذية الموجودة فى النظام البيئى nutrient substrate والمتاح للكائنات الدقيقة يؤدى ذلك إلى إفراز مواد ثانوية Secondary metabolites لها تأثير كمضاد حيوى للمسببات المرضية.

وعند تمام تحلل واستنفاذ هذه المواد المغذية عن طريق الكائنات الدقيقة (الكائنات المفيدة) تفقد قدرتها على إفراز هذه المواد المضادة وربما تستعيد هذه المقدرة. ويلاحظ أن الفترة الزمنية بين استخدام المادة العضوية والزراعة يمكن أن تؤثر على RSMS وبالتالى صحة الجذور.

(B) Increasing diversity through selection of plant Genotypes:

1- النوع Species :

وهى العلاقة التى تتكون بين نوع أو صنف نباتى وكائن دقيق مفيد فى منطقة الجذور (genetic) يمكن أن تكون علاقة شديدة الترابط.

Genetic binding power of microorganism to plant genotype.

وتظهر هذه العلاقة الترابطية على مر السنين من التعرض بين النوع النباتى والبكتريا المفيدة مما يؤدى إلى حدوث حالة أقلمة Adaptation– وظاهرة أقلمة النوع النباتى بصنف معين Host genotype لكائن معين يمكن أن تكون ذات أهمية فى عملية التكامل فى RSMC اللازمة لصحة الجذور.

البكتيريا المصاحبة للجذور والتى تشجع وتزيد من صحة النبات Plant health promoting rhizobacteria مثل بكتير *Pseudomonas* تلعب دوراً هاما فى تخفيض أعداد الكائنات الدقيقة الممرضة فى التربة Soil borne diseases ولقد أدى استعمال سلالة منفردة من *fluorescent pseudomonads* فى المكافحة الحيوية إلى خفض أعداد النيماتودات المتطفلة نباتياً.

ويلعب المجتمع الميكروبى كله دوراً فعالا فى مكافحة المسبب المرضى فى التربة وليس فقط استغلال سلالة واحدة للتأثير وهناك علاقة تخصصية بين كائن وعائل معين.

Biological control agents in specific host-parasite systems.

مثل بعض بكتيريا *Pseudomonas* والتى تكون فعالة مع عائل معين فقط ونيماتودا متطفلة معينة. وهناك البعض أقل تخصصاً وارتباطاً مثل *Bacillus spp.*

أى أن .*Pseudomonas spp* مثال جيد للعلاقة Bacteria with host- specific interrelation ships.

ولقد تم عزل بكتريا ذات أنواع عديدة من نباتات مضادة لنيماتودا التعقد الجذرى (مقاومة) أكثر مما عزل من نباتات عائل (Host) قابلة للإصابة وهذا يظهر أن لها نشاط خافض لإعداد النيماتودا.

2- الأصناف Cultivars :

تلعب الأصناف النباتية دوراً هاماً فى مجال التأثير على بناء المجتمعات الميكروبية حول الجذور حيث أنها تحدث تغيرات خاصة فى المجتمع الميكروبى وتعتمد على أحداث تغير فى صفة المقاومة للمسبب المرضى أو النيماتودا والمثال على ذلك أن أصناف البطاطس تمتلك مستويات مختلفة من المقاومة لأثنين من نيماتودا حويصلات البطاطس *Globodera rostochiensis*، *Globodera pallida* وكذلك لكثير من السلالات الخاصة بهما. ويرجع ذلك إلى ما تسببه الاختلافات الوراثية فى الأصناف وما تظهره من صفات تسبب المقاومة ضد النيماتودا Genetic make-up of the plant تغيير الهيئة .

وهناك ملحوظة هامة:

إذا كان مستوى المقاومة أو التحمل فى النبات يتأثر بالجينات النباتية وكذلك بقدرته على جذب أو تدعيم RSMC والذى يتضمن الكائنات المفيدة Beneficial Organisms فإن من المنطقى أن تفحص الأصناف المقاومة من أجل تحديد ومعرفة الكائنات الدقيقة (المجتمع الميكروبى المصاحب للصنف المقاوم).

ولقد أوضحت الدراسات العلمية أن أصناف البطاطس أثرت على مستوى المكافحة الحيوية لنيماتودا حويصلات البطاطس باستخدام سلالة من *A grobacterium radiobacter* وهذا يشير إلى أن المجتمعات الميكروبية المتخصصة والمرتبطة بمنطقة الجذر يمكن أيضاً أن تتأثر بالصنف النباتى وهذا هام للغاية.

ولقد أدى وجود الفطريات والبكتريا المفيدة والمصاحبة للمجموع الجذرى إلى إحداث درجات متفاوتة من المقاومة ضد النيماتودا المتطفلة نباتياً Endophyte community ولقد اتضح أن لكل نبات مدى واسع من الكائنات الطبيعية المصاحبة سواء كانت بكتريا أو فطر Cult- driven RSMC structure.

3- نظام تعاقب المحاصيل والدورة الزراعية:

Crop Rotation and cropping system:

- الدورة الزراعية Short- and long-term plant protection measure:

وهي تستخدم بنجاح لا تقبل الجدال فى خفض إعداد النيماتودا فى الزراعة العضوية والتقليدية. التوزيع الفراغي والعلاقات الوظيفية بين الكائنات الدقيقة الممرضة والغير ممرضة فى المجموع الجذرى تؤثر على صحة الجذور.

Spatial and functional interrelation ships between pathogenic and non pathogenic microorganism within the root system.

- هام للبحث العلمى:

Measurement of rhizosphere community structure influenced by cropping system is relatively new field.

(C) Increasing diversity through Heterogenetic plant material:

من الثابت علمياً أن إدخال أحد الكائنات الدقيقة كعنصر للمكافحة الحيوية على عائل معين يؤدى إلى خلق علاقات وتفاعلات جديدة فى المجتمع الميكروبى وقد تكون هذه التفاعلات الجديدة مساوية أو أكثر من إعداد الكائن الذى أدخل وذلك بشرط أن يكون للكائن الوافد الجديد فى المجتمع الميكروبى مكانة بيئية منفصلة Occupies a separate niche وأحداث حالة من التنافس بين الكائن الوافد الجديد الذى أدخل على المجتمع الميكروبى وبين أفراد المسبب المرضى وذلك على المكان البيئية بينهما يعتبر ذلك هو الآلية الأساسية للتأثير على المسبب المرضى والمرتبط باستخدام تقنية inundative approach to biological control بينت الأبحاث أن

الكائنات الممرضة الأساسية تظهر ميلها إلى عوائل معينة خاصة Host specialization وترتبط بها أكثر من الكائنات الضعيفة أو الغير ممرضة والسالفة تكون أكثر عرضة للإبادة تحت ظروف النباتات المختلفة الأصول الوراثية heterogenic plantings . زراعة الكاكاو مع جوز الهند فى مكان واحد أثر على المجتمع الميكروبى فى النظام البيئى لهما معا وأدى إلى زيادة النشاط الميكروبى.

- الخــلاصة Conclusion:

التفاعل بين RSMC، المسببات المرضية النيماتودية تتأثر بالكثافة والمدى الميكروبى للمجتمع وكذلك الوظيفة والنشاط لكل مكون حيوى فى المجتمع الميكروبى وهذه كلها علاقات متشابكة معقدة.

-الفطريات كعوامل للمكافحة الحيوية:

Fungal Biological Control Agents (BCAs):

المكافحة الحيوية باستخدام الفطريات المضادة تعتبر مادة خصبة للأبحاث الحديثة لما لها الآن من تداعيات على الإنتاج الزراعى وصحة الإنسان والحيوان على السواء وعلى إنتاج الغذاء بصفة عامة وهذه المنطقة من الأبحاث تتضمن أنظمة عديدة disciplines مثل الباثولوجيا المرضية، الإيكولوجيا، الوراثة، والفسيولوجى والإنتاج الكمى والمتسحضرات واستراتيجيات التطبيق.

ويعتبر استخدام الفطريات كبدائل للمكافحة الكيماوية للنيماتودا المتطفلة نباتياً اتجاهاً مأموناً لسلامة البيئة من التلوث الكيماوى والمحافظة على صحة الإنسان والحيوان حيث أن معظم مبيدات النيماتودا الكيماوية قد سحبت من الأسواق وذلك لتأثيرها المدمر على البيئة كما أن الكثير من السلالات المرضية قد تطورت فى اتجاه ظهور سلالات مقاومة لفعل هذه المبيدات لفرط استخدامها بدون ترشيد. كما أن هذه الكيماويات قد امتد تأثيرها إلى المياه الجوفية under ground water والسلاسل الغذائية food chains بما لها من تأثير مدمر على مدى واسع من الكائنات.

ولا شك أن وقاية النبات الآن قد وقعت بين شقى الرحى بين العديد من المبيدات التى تم الاستغناء عنها لخطورتها على البيئة وصحة الإنسان وبين ندرة وقلة البدائل المتاحة فى هذا المجال.

وعموماً فإن المكافحة الحيوية باستخدام الفطريات المضادة تفتقر إلى المدى الواسع وغالباً ما تفتقر إلى نتائج ثابتة فى المكافحة مع انخفاض نسبة المكافحة فى تجارب الحقل وعموماً فكلما كانت BCAs لها مدى واسع كلما كان الاستخدام أكثر إنتشاراً .

ومن المعلوم أن المكافحة باستخدام الفطريات المضادة لمسببات الأمراض النباتية ومنها النيماتودا لازالت تحبو واحتمالات تقدمها فى هذا المجال لازالت قليلة **للأسباب التالية:**

1- عدم وجود حوافز لكثير من شركات إنتاج مبيدات الآفات لإنتاج هذه البدائل.

2- وجود العديد من مبيدات الآفات الكيماوية القابلة للتحلل البيولوجى فى البيئة المحيطة biodegradable.

3- عدم وجود بنية تحتية لنقل أو تسهيل نقل التكنولوجى إلى المزارعInfrastructure.

4- غياب طرق التسجيل المقبولة عالمياً.

5- القيود المفروضة على الكائنات الوافدة.

6- التأثير الضعيف لهذه البدائل.

7- عدم المعرفة والدراية لمستخدمى هذه البدائل من المزارعين.

وكذلك فإنه إنتاج هذه البدائل من بعض المؤسسات الفردية الصغيرة أو المعامل الصغيرة Small-medium-size enterprises (SMEs) والتى تكون مصادرها المالية والعلمية محدودة لا تتلائم مع تطوير هذه البدائل وفتح أسواق لها. **ولإيجاد ونجاح شركات لإنتاج هذه الكائنات كبدائل يجب توفر ما يلى:**

1- تكاليف إنتاج قليلة وهى المفتاح الأساسى Cost-effective products التى تدفع إلى تدفق استثمارات فى مجال الأبحاث حتى تصل إلى منتج ذو سعر منخفض ومنافس Cost-competitive products حتى فى حالة كونه غير تام الإتقان فى مجال المكافحة Control imperfect.

2- زيادة أبحاث السوق والتسويق حيث أن أسواق BCAs تكون صغيرة وتحتاج إلى تدخلات مالية كبيرة.

The search for and development of commercially viable Fungal Biological control Agents.

البحث عن الفطريات المضادة وطرق تطويرها تجارياً للاستخدام على مدى واسع.

- ويتم ذلك على عدة خطوات:

1- عزل الفطريات من البيئة.

2- الدراسة العلمية البيئية والفسيولوجية والتقسيمية لهذه الكائنات الفعالة ودراسة تأثير العوامل البيئية على بقاء واستدامة هذه الكائنات وطرق انتشارها.

3- التمييز بين السلالات المحلية والدخيلة عن طريق Molecular markers.

4- الاختبارات الحيوية فى المعامل والحقول التى تساعد على تحديد وتعريف الكائنات والسلالات الأكثر تضادا وعنفاً ضد مسببات الأمراض – العلاقة بين الجرعات ونسب الموت Dose- Mortality – تحديد الجرعات اللازمة للموت (أقل جرعة) والزمن الكافى لإحداث التأثير على الهدف النهائى Target organisms– دراسات فى التوافق والتناغم مع البيئة Ecological fitness (تأثير الرطوبة النسبية) الملائمة لحياة الفطر الحيوى (للنمو growing). دراسة لـــ الملائمة البيولوجية Biological fitness. وفيه تقاس مقدرة الفطر على التكاثر بنجاح وعموماً فإنه من المحتمل أن الفطر خلال نموه على البيئات الصناعية يفقد خواصه التى تسهل له البقاء والإصابة فى الحقل.

5- الإنتاج الاقتصادى للفطر في شكل ثابت وحيوى حيث أن كثير من هذه الفطريات تقل مقدرتها على أحداث الإصابة مع الزمن.

6- طريقة التحضير فى الشكل النهائى formulation هام جداً في زيادة الكفاءة في الحقل من خلال وجود حماية من الجفاف والأشعة الفوق بنفسجية (UV). بعض المستحضرات يمكن أن تزيد كفاءة الفطر وعنفوانه عن طريق تحسين التصاق الجراثيم على سطح العائل.

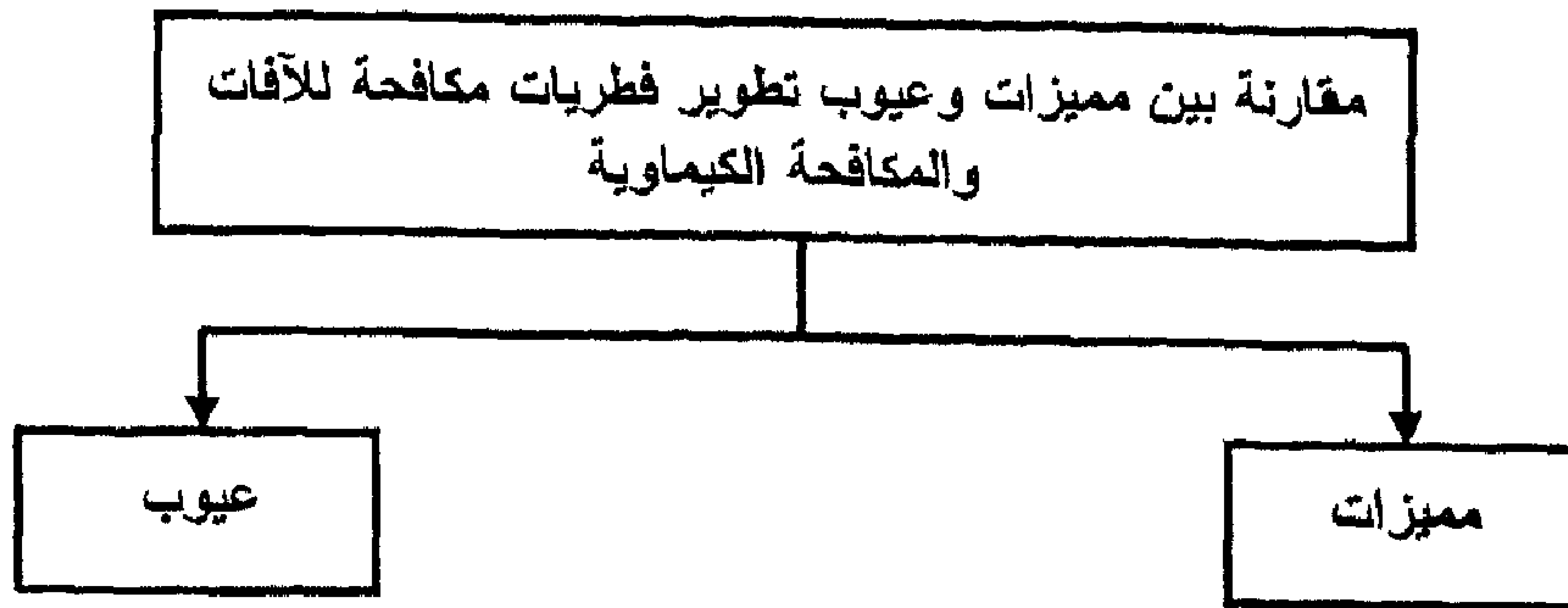
7- استراتيجيات التطبيق هامة في زيادة الكفاءة

Application strategies on efficacy of FBCAs ⟶ Profound impact

8- لا تصل كل الجرعة إلى العائل أثناء التطبيق فالبعض يتأثر بالأمطار، الأشعة فوق البنفسجية كما أن طرق التداول Delivery هامة أيضاً.

9- عمل تقديرات لاحتمالات الخطورة الناتجة عن التطبيق Risk assessment وذلك للإنسان والكائنات الصديقة Humans and non-target organisms.

10- العمل على إدخال الفطريات المضادة فى منظومات المكافحة المختلفة (المكافحة المتكاملة للآفات) Integrated pest control.



مميزات

1-متوافقة مع البيئة حيث أنها جزء من البيئـــة Environmentally compatible
2-لا تبقى كمتبقيات سامة وليس لها تأثير على البيئة Not-persistent
3-يمكن أن يكون تأثيرها متخصص فى مكـــان تأثيرها Site specific
4-تستحق التكلفة وبالذات عنــد عــدم وجــود كيماويات فعالة Cost effective
5-طرق التطبيق سهلة التنفيذ.
6-سبل تطويرها منخفضة التكلفة.
7-يمكن إدخالها فى المكافحة المتكاملة مع تقليل المكافحة الكيميائية.

عيوب

1-تأثيرها غير مستقر وغير ثابتة وتعطى نسب مكافحة ضعيفة.
2-تخضع لتأثيرات البيئة.
3-عرضه لحدوث طفرات واختلافات فى قدرتها الإبادية.
4-متخصصة جداً وتأثيرها بطئ Too specific or low-acting
5-لا تعطى مكافحة لفترة طويلة. وتفتقــد إلـــى قدرة بقائية فعالة.
Lack persistence to give Long- term control
6-مستوى العدوى أواللقاح ليس قوى وقد يكون له عمر رف Shelf-life ضعيف وفقير.
7- قد تكون مكلفة وصعبة الاستخدام.
8- تحتاج وسائل تخمر حديثة.
9- تكاليف التسجيل واختبارات السمية عالية.
10-غير عملية فى المساحات الكبيرة.
11- قد لا تتوافق مع بعض العمليات الزراعية.

- الفطريات الحيوية المستخدمة فى مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً:

تتعرض النيماتودا للتطفل بالبكتيريا والفطريات وذلك تحت الظروف الطبيعية، وهذا خلق احتمالاً باستخدام ميكروبات التربة ضد النيماتودا المتطفلة نباتياً وكذلك الفطريات المتطفلة على النيماتودا. وتظهر النيماتودا وجود حاجزين ضد الإصابة الميكروبية وهما قشرة البيضة Egg shell والكيوتيكل Cuticle وتتركب قشرة البيضة فى نيماتودا التعقد الجذرى من **ثلاثة طبقات:**

1- الطبقة الخارجية Outer Vitelline.

2- الكيتين Chitin.

3- الطبقة الداخلة الدهنية البروتينية Inner-Lipo-protein.

وتختلف سمك طبقات هذه المناطق باختلاف أجناس النيماتودا وتبلغ نسبة البروتين من قشرة البيضة حوالى 50% (بروتين يشبه الكولاجينCollagen –like protein).

وتوجد مادة Dityrosine فى قشرة بيض حويصلات نيماتودا الحويصلات وتلعب هذه المادة دوراً في زيادة ضعف قشرة البيض لهجوم الفطريات وذلك لزيادتها للقابلية للتحلل البروتينى لقشرة البيض.

وجود الكيوتيكل وهو ذو طبيعة معقدة يلعب دوراً هاماً فى حركة النيماتودا والبقاء على شكلها الانتفاضى ويعطى الحماية من الظروف الخارجية ومسببات الأمراض ويفرز الكيوتيكل من طبقة البشرة epidermis ويحتوى على ثلاثة مناطق Cortical, medial and Basal والغلاف الخارجي يتكون من كربوهيدرات وبروتين ويلعب دوراً هاماً فى التعرف بين النبات والنيماتودا والكائنات الحية الأخرى. 80% من بروتين الكيوتيكل عبارة عن Collagens ويلعب الغطاء الخارجي فى الكيوتيكل دوراً فى التأثير على خصوصية التفاعل بين النيماتودا والبكتيريا المضادة مثل *Pasteuria penetrans* وكذلك خصوصية التفاعل مع الفطريات المهاجمة وخصوصاً الصائدة للنيماتودا.

– الفطريات المتطفلة على النيماتودا Fungal parasites of nematodes:

الفطريات المدمرة للنيماتودا يمكن تقسيمها فى المكافحة الحيوية إلى مجموعتين:

أ- طفيليات البيض.

ب- طفيليات للأطوار اليرقية.

ويمكن أيضاً تقسيمها إلى اختيارية أو إجبارية التطفل Facultative and obligate parasites. فى الفطريات الاختيارية التطفل يكون استخدام النيماتودا كغذاء

إضافى supplementary بينما فى الفطريات الصائدة يكون nematophagy مرحلة هامة غذائية.

ويصيب الفطر *V.chlamydosporium* الجذور المصابة أكثر من إصابته للجذور السليمة فى التربة – ويبدو أن عملية التطفل الفطرى فى حد ذاته ذو أهمية للفطر عن كون الفطر يبحث عن مادة غذائية بفعل الفرصة المتاحة. أى أن عملية التطفل الفطرى ضرورة أما فى الفطريات الإجبارية التطفل فإنها تستخدم الجراثيم لتصيب النيماتودا وذلك أما بابتلاع وهضم الجراثيم أو التصاقها بالكيوتيكل .

فى الطفيليات الداخلية مثل Catanaria تنتج جراثيم حيوانية Zoospores والتى تجتذب إلى النيماتودا قبل الالتصاق adhesion وتحوصلها خارجياً.

والفطريات التى تعنينا فى مجال مكافحة النيماتودا الساكنة هى الفطريات الاختيارية التطفل والتى يمكن أن تضاف الجراثيم إلى التربة للتطفل على البيض وذلك بكميات جراثيم كبيرة.

وهذه الفطريات تلعب على أكياس البيض والإناث والحويصلات والتطفل على الإناث الغير بالغة immature females يسبب قلة كفاءة الأنثى على وضع البيض Fecundity وعند إصابة البيض من الخارج بواسطة الفطر يكون ما يسمى appressoria والتى تفرز مجموعة من الأنزيمات تتلائم مع طبيعة السطح الملامس ويمكن تعديل درجة pH السطح الذى يعمل كبيئة صغرى microenvironment وذلك يعد من إفراز الإنزيمات لأن درجات الحموضة تؤثر على عمل ونشاط الإنزيمات.

ومن خلال عمل مجموع الإنزيمات والضغط الميكانيكى يمكن للفطر اختراق قشرة البيض ويؤثر على تطور اليرقات واستمراره.

نمو الفطريات فى التربة حول الجذور وتكوينه ما يسمى net works من الهيفات مع تكوين تركيبات صائدة Trapping structures للامساك بالنيماتودا (حلقات ضاغطة – وهيفات لاصقة) يعتبر خطوة هامة فى مجال تثبيت نفسه فى البيئة.

ويلعب الـــ Lectins دوراً هاماً فى ذلك وباختصار هناك ثلاث نقاط متتالية:

1-Recognition التعرف

2-Enzymes release الإفراز الانزيمى

3-Binding to nematodes الالتصاق بالنيماتودا

وتفرز الفطريات إنزيمات إضافية لإعاقة حركة النيماتودا وذلك فى نقطة الاتصال بين الفطر والنيماتودا وذلك لزيادة المقدرة على التطفل.

والفطريات الداخلية التطفل مثل *Hirsutella rhossiliensis* تلتصق بالجزء الأمامى والخلفى ليرقات النيماتودا ويلعب البروتين دوراً هاماً فى الالتصاق بين الفطر والنيماتودا.

- ملاحظات على الفطريات المتطفلة على البيض الخاص بالنيماتودا المتطفلة نباتياً:

1- بينت الأبحاث أن البيض الغير بالغ النمو Immature eggs كان أكثر قابلية للإصابة بالفطريات المتطفلة.

2- وجد أن بيض نيماتودا التعقد الجذرى فى مراحل تطور الجنين الأولى كان أكبر إصابة بالفطر *Dactylaria oviparasitica* من البيض الذى يحتوى على الطور اليرقى الثانى (الطور المعدى) ولقد كان البيض المحتوى على الأطوار اليرقية الثانية لنيماتودا بنجر السكر *Heterodera schachtii* أكثر مقاومة للإصابة بالفطر الحيوى *Acremonium strictum* كما أثبتت البحوث أن البيض القليل التطور قبل مرحلة الجاسترولا gastrulation process كان ضعيفاً وذو قابلية عالية للإصابة بالفطر *Paecilomyces lilacinus*. وكلما كان التطور الجنينى فى أول مراحله كلما زادت شدة مهاجمة الفطريات الحيوية له عن البيض المحتوى على أطوار يرقية ثانية.

3- وجد أن الكثير من الفطريات المعزولة من البيض مترممة وهى تنافس الفطريات المتطفلة على البيض ولها القدرة على تثبيطها.

4- يجب على فطريات البيض أن تخترق قشرة البيض ثم اختراق الغلاف المحيط بالجنين أو كيوتيكل اليرقات.

-استعمار البيض بالفطريات:

بينت الدراسات الحيوية أن الاستعمار المبكر للبيض بالفطر Pre-colonization أو للحويصلات يقلل من التطفل الفطرى لها بالفطر التالى. sub-sequent parasitic fun ويسمى الفطر الأول Pre-colonizer وهو قد يقوم بإفرازات تثبط من نمو الفطر التالى Fungistasis وقد يرجع التأثير للفطر الأول على التالى إلى استنفاذ الأول للمواد الغذائية. *Chlamydosporia Verticillium chlamydosporum= Diheterospora* بحيث لا يترك منه كمية كافية لنمو الفطر التالى أو يرجع ذلك إلى احتلال الفطر الأول لمناطق التغذية أو يرجع إلى الأنشطة التسممية للفطر الأول على الثانى **وهى كالتالى:**

Nutritional depletion, space occupation and toxic activities.

والتفاعل بين الفطريات التى تستعمر البيض أولاً ثم الفطريات المتطفلة الثانية تتوقف على أنواع الفطريات والعزلات وقد ينعدم تأثر الفطريات الأولى على التالية أو يزداد التأثير وتلعب الظروف البيئية دوراً هاماً فى علاقة الفطريات التى تستعمر البيض أولا على الفطريات الطفيلية اللاحقة. والفطريات المتطفلة على البيض وحويصلات البيض تتميز بمقدرتها العالية على النمو السريع Fast growing ولها قدرة على التنافس مع فطريات التربة كما تتميز بسرعتها على مهاجمة البيض فى المراحل الأولى للنمو الجنينى.

-المكافحة الحيوية – المستحضرات الحيوية – التقييم والتوصيات :

Fungal Biological Control Agents, Appraisal and Recommendation:

لقد تم إحراز تقدم كبير ملموس فى تطوير استخدام الفطريات كأحد الأعداء الحيوية للنيماتودا المتطفلة وكثير من مسببات الأمراض الجذرية الأخرى وتم ذلك من خلال أنظمة متعددة تعمل مع بعضها من أجل ذلك الهدف Multidisciplinary

approach. واستخدام الفطريات كأعداء حيوية BCAs أصبح له مكاناً مبشراً وواعداً فى سوق المبيدات العالمية حيث أحتل موقعاً وأن كان صغيراً فإنه قابل للتوسع Niche market ولكن ذلك فى حاجة إلى الاهتمام بدراسة نقاط هامة من خلال المعامل والمؤسسات البحثية التى تعمل فى هذا الاتجاه وهذه النقاط تشمل الناحية الفنية للإنتاج الكمى - دراسات المستحضرات وأنظمة التطبيق العملى Formulation & Application systems - علاقة هذه الكائنات بالمحاصيل المختلفة ومدى الكفاءة على كل محصول - الدخول فى منظومة المكافحة المتكاملة مع أنظمة تعاقب المحاصيل - استقبال المزارعين لهذه التقنية وسهولة الاستخدام ومدى تقبل النتائج على مدى من السنين - اقتصاديات الاستخدام فى السنين الأولى حيث تكون التكلفة مرتفعة نسبياً بالنسبة للنتائج المتحصل عليها - الأساليب العلمية المستخدمة للتسجيل التجارى كمنتج حيوى فعال - توفير الخدمات العلمية والتطبيقية للمزارعين وتقديم الدعم الفنى - دور هذه المستحضرات فى الإنتاج الزراعى العضوى Organic farming.

ولقد لوحظ أن سوق مبيدات الآفات الكيماوية قد شغل ما قيمته 29 بليون دولار فى عام 1995 بينما شغل سوق المبيدات الحيوية ما قيمته 380 مليون دولار بالمقارنة وهو رقم متواضع للغاية ولكنه البداية وسوف يزداد فعلياً فى السنوات العشر القادمة مما يرسخ أقدام مستحضرات المبيدات الحيوية /Microbial pesticide biopesticides.

- ما ينبغى دراسته لزيادة الكفاءة:

The following need to be dealt with for the development of more efficacious fungal BCAs:

1- Improved speed of action of the fungal BCA تحسين سرعة التأثير

أحدى أوجه النقد الموجهة لعناصر المكافحة الحيوية أنها بطيئة التأثير وتعطى حماية محدودة للمحاصيل من الآفات والأمراض. وللحصول على مكافحة عالية للآفات

يجب استخدام سلالات عنيفة Aggressive strains من عناصر المكافحة الحيوية حيث يمكنها ذلك من العمل بسرعة أكثر مع كمية قليلة من اللقاح ويتم ذلك من خلال اختبارات للسلالات الموجودة والتعرف عليها ومثال ذلك وجود الإنزيمات ونواتج التمثيل الغذائى التى تلعب دوراً فى عمليات التضاد الحيوى.

2- Greater ecological fitness الكفاءة الإيكولوجية العالية:

العديد من الفطريات تبدى كفاءة عالية فى المعامل وتبدى كفاءة أقل تحت ظروف الحقل – وللحصول على أداء عال وكفء تحت ظروف الحقل يجب أن يكون المستحضر الفطرى له مقدرة عالية على تحمل عناصر المناخ المختلفة (حرارة مختلفة الدرجات – رطوبة بنسب مختلفة – تحمل الأشعة فوق البنفسجية – أنواع تربة مختلفة – وعناصر المكافحة الحيوية الأخرى أى التنافس بقوة معها) ويمكن الحصول على ذلك من خلال التلاعب فسيولوجياً فى ظروف التربة). بالإضافة إلى ما سبق تحسين المستحضرات يؤدى ذلك جميعاً إلى زيادة كفاءة الـ FBCAs.

3-Cost- effective production of fungal BCAs :

مدى ملائمة التكلفة الاقتصادية بدرجة الكفاءة:

تكاليف الإنتاج يجب أن تقل وتخفض حتى يمكنها التنافس مع مبيدات الآفات التقليدية– ويجب أن يحتفظ المنتج الحيوى بحيويته لمدة حتى 2 سنة تحت ظروف التخزين التجارى مع الاحتفاظ بكفاءتها عالية – يجب أن يكون المنتج النهائى سهل التداول والتعبئة ويجب إعطاء الاهتمام لظاهرة ضعف السلالة Attenuation of virulence.

4- Improved formulation of fungal BCAs تحسين أنواع المستحضرات:

أظهرت الأبحاث أن المستحضرات الطازجة fresh inoculum تعطى نتائج ممتازة بعكس المستحضرات التجارية الغير طازجة التى تعطى كفاءة أقل. ويجب أن يكون المستحضر القوى ذو قدرة على إظهار مقدرته تحت ظروف الحقل

field performance وهناك عدة طرق لتحضير هذه المستحضرات والمواد المضافة لتحسين القدرة – هناك تقدم كبير فى علم مستحضرات المبيدات الكيماوية بعكس وجود تقدم قليل فى علم مستحضرات المبيدات الحيوية.

المواد المضافة للمستحضرات والمواد اللاصقة يجب دراستها لتكون متوافقة Compatible مع عناصر المكافحة الحيوية.

5-Effective targeting of fungal BCAs زيادة كفاءة الجرعة للآفة المستهدفة:

حيث أن المكافحة هى علاقة بين الآفة والجرعة المستخدمة Dose-related وعلى ذلك فيجب أن تكون العلاقة بين الآفة والجرعة علاقة توازن بين كمية اللقاح والآفة المستهدفة، كذلك يجب دراسة الانتشار الذاتى للقاح Auto dissemination/ Auto inoculation devices .

6-Improved packaging, Shelf-Life and Sales تحسين العبوات وإطالة عمر التخزين

يجب ملاحظة الآتى: لو كان العمر النصفى للمستحضر قليل Shelf- life (فى حالة وضعه على الرف) نجد أن ذلك يؤثر على المخزون المتاح عند الموزع مما يقلل تواجد هذه المستحضرات كعامل فعال فى المكافحة. كذلك فعناصر المكافحة الحيوية تحتاج فى كثير من الأحيان للحفظ فى ثلاجات للحفاظ على حيويتها Viability مما يؤدى إلى زيادة التكلفة ويقلل من فرص الاستثمار فى هذا المجال .

7- Understanding tritrophic interaction التفاعل الثلاثى:

لوحظ فى التجارب أن النبات العائل يؤثر على كفاءة BCAs من خلال الإفرازات والكيماويات المتبادلة Exudates and allelo chemicals .

8- Population dynamics تغييرات الإعداد:

يجب معرفة أى من الأطوار المختلفة للآفة يكون ضعيفاً ويتأثر بشدة بالعناصر الحيوية Vulnerability ويؤدى معرفة ذلك إلى المثالية فى التأثير للعامل الحيوى على مرحلة معينة على الآفة كذلك يجب دراسة تأثير العنصر الحيوى من حيث

تأثيراته الجانبية Side-effects على الكائنات الغير مستهدفة non-target fauna and flora كذلك يجب دراسة وقت التطبيق لتقليل أى تأثير سلبى على الكائنات المفيدة الغير مستهدفة Beneficial non target organisms. بعض الكائنات الحية كالحشرات تمتلك ببتيدز مضادة للفطريات (بروتينات مضادة).

9- Bioactive compounds المركبات الحيوية السامة:

قد يرمز لها بالتوكسينات Toxins. يجب دراسة طريقة تأثيرها وعلاقتها بالنظام الحى فى البيئة وكذلك أهميتها التجارية أو أهميتها كمستحضرات طبية Pharmaceutical drugs.

10- Safety درجة الأمان الحيوى:

- من أهم العناصر التى يجب الاهتمام بها فى المكافحة الحيوية:

1- تأثيرها كمواد تسبب الحساسية Allergenic properties.

2- تأثيرها كمواد ومنتجات سامة.

3- إدخال الجينات المرغوبة Genetic recombination and displacement of natural strains.

4- تأثيرها على التنوع الحيوى فى البيئة وخصوصاً الكائنات الغير مستهدفة.

- التوافق بين الأعداء الحيوية وكيماويات الزراعة:

Compatibility of fungal BCAs with other BCAs and agrochemicals:

يجب أن يكون هناك توافق بين عناصر المكافحة الحيوية مع بقية الكيماويات المستعملة فى العمليات الزراعية بحيث لا يتأثر العامل الحيوى بها عند خلطها فى خزان واحد للرش مثلاً.

-Development of Crop protection strategies تطوير استراتيجيات المكافحة:

تزرع المحاصيل تحت ظروف مناخية وبيئية مختلفة وتبين مختلفة ودرجات حرارة مختلفة وسقوط أمطار وأنواع تربة مختلفة وأصناف مختلفة وكذلك يختلف المسبب المرضى من حقل لآخر أو مزرعة لمزرعة فيجب أن يكون المنتج الحيوى قوياً تحت تأثير كل هذه الظروف robust.

-Natural plant resistance and transgenic plants :

النباتات المقاومة والنباتات المعدلة وراثياً :

We can exploit plant natural resistance to pests and diseases and integrating this into an overall sustainable crop protection strategy (genetic modification).

يمكن استغلال صفة المقاومة الطبيعية للآفات والأمراض من خلال التعديلات الجينية لإنتاج سلالات فعالة فى مجال المكافحة المستدامة مع حفظ حقوق الملكية فى هذا المجال Intellectual property rights (IPR)

- Remarks on organic farming المزارع العضوية:

Environmentally friendly farming practices incentive to farmers to convert to organic farming should be paid.

- There is a lack of international harmonization in the registration process for microbials, which drives up costs.
- There is a little international harmony in the methodology, interpretation and presentation in the field of toxicology. This variation makes costs higher for SMEs.
- A Common misconception is the wide spread tendency to classify fungal BCAs as one- to-one substitutes for chemical pesticides.
- More attention should be paid to the biological and ecological characteristics of BCAs.

- The chemical paradigm must be replaced by a biological paradigm.
- Governments must support interphase research that bridges theory and practice.
- Hurdles that need to be overcomed in the successful development of BCAs .

- صفات المنتج الحيوى Product Quality:

- مراقبة الجودة Quality Control:

- من الأمور الهامة فى الإنتاج التجارى لعناصر المكافحة الحيوية هو مراقبة الجودة.
- ومن الأمور الهامة التى ثبتت علمياً أن إعادة زراعة الكائن الحيوى فى المعمل (فى المزرعة) culture يمكن أن يؤدى إلى أضعاف قدرة الفطر على التأثير attenuation وللتغلب على هذه المشكلة الهامة يجب الاحتفاظ بكميات كبيرة من عددى الفطر أو البكتريا الأصلية المأخوذة مباشرة من العائل الأصلى الذى عزلت منه أولاً أومن التفريعات الأولى فى المزارع المعملية Loss of pathogen virulence.
- إضافة الهندسة الوراثية بعداً جديداً فى مجال استخدام الكائن الحيوى فى مكافحة مسببات الأمراض النباتية وذلك عن طريق نقل كثير من الصفات المرغوبة للكائنات المستخدمة مثل نقل جينات صفات المقاومة للمبيدات الفطرية والحشرية مما يؤدى إلى إدخال عناصر المكافحة الحيوية فى مجال المكافحة المتكاملة للآفات.
- من الأمور المستحدثة فى عالم المبيدات الحيوية للآفات هو المقدرة المتاحة للتلاعب بظروف وتركيب البيئات المستعملة وكذلك اختيار الطفرات القوية والإدخال المستمر للجينات المرغوبة فى سلالات حيوية جديدة ويؤدى ذلك إلى إنتاج سلالات ذات كفاءة إبادية عالية – ويسمى ذلك physiological manipulation.

- ثبات المنتج الحيوى Stabilization of fungal propagules :

من أهم الصعوبات التى تعترض تطوير عناصر المكافحة الحيوية فقر وضعف وقصر ثبات المنتج الحيوى لفترة طويلة Poor- long term storage stability أو Maintenance of propagule .

Viability قدرة الكائن الحى على الاستمرار فى حيويته وحيوية الأجزاء المكونة له كفترة طويلة من الأمور الهامة فى تحضير العامل الحيوى.

وزيادة الحيوية والثبات على مدى 18-24 شهر يؤدى إلى زيادة تنافس المنتج الحيوى فى الأسواق Market competitiveness ولكن ذلك لا يزال حلما غالياً وخيالياً.

وتلعب الرطوبة النسبية دوراً هاماً فى الثبات R.H ولقد وجد أن إزالة الأوكسجين من جو التخزين للكائن الحيوى حفظ المنتج وثباته لفترة 12 شهر ولقد استخدمت طرق كثيرة لدراسة أحسن الظروف لتخزين المنتج الحيوى بثبات (التجفيف – الحفظ تحت ضغط) وعبوات حافظة مانعة لدخول الماء مثل - Polyethylene aluminium foil laminates.

- زيادة كفاءة المنتج من خلال المستحضرات:

Formulation for improved efficacy:

دور المستحضرات لزيادة الكفاءة له هدفين:

1- زيادة كفاءة البقاء والمثابرة على الإصابة والالتصاق بالعائل persistence.

2- زيادة القدرة على الإصابة Infectivity.

أولاً: Improving persistence:

عن طريق إيجاد طريق لمنع تأثير الأشعة فوق البنفسجية UV على الفطريات وجراثيمها حيث أنها ضارة جداً (التعرض لمدة 2 ساعة لأشعة UV تقتل الجراثيم

الفطرية Protectants كما يمكن إضافة spreaders، Stickers زيادة البقاء Persistence of Fungal propagules.

ثانياً: Improving infectivity :

بالدراسة المستديمة للسلالات القادرة على التنافس وتحمل ظروف البيئة المختلفة والفعالية وقدرة السلالات على البقاء حية وفعالة لفترة طويلة ومقاومتها للمبيدات الكيماوية من الأمور التي يجب دراستها جيدا للحصول على سلالات ذات كفاءة عالية.

Exploitation of the Nematophagous Fungal *Verticillium chlamydosporium* for the biological control of Root-knot nematodes, *Meloidogyne spp.*

- استخدام *V.chlamydosporium* في مكافحة نيماتودا التعقد الجذري:

التعرف على التربة ذات التأثير المثبط للنيماتودا Suppressive soils حيث توجد عوامل حيوية تمنع النيماتودا من تكاثرها على المحاصيل القابلة للإصابة Susceptible قد بين أن المكافحة الحيوية للنيماتودا يمكن أن تكون ذات دور فعال في استراتيجيات المكافحة Management strategy. كما أن ازدياد الوعي بالبيئة وصحة الإنسان أدى إلى زيادة الاهتمام بتطوير استراتيجيات المكافحة المتكاملة حيث تتضمن عدة طرق للمكافحة وذلك لتقليل الاعتماد على استخدام الكيماويات ذات التأثير السام ولم يتم حتى الآن استخدام أحد عناصر المكافحة الحيوية على مدى عالمي واسع wide spread use – ولقد تمت في العديد من البلدان العديد من أبحاث استخدام الفطريات الصائدة للنيماتودا Nematode- trapping fungi لمكافحة نيماتودا الحويصلات ونيماتودا التعقد الجذري حيث يعتبران من أهم الأنواع النيماتودية ذات الأهمية الاقتصادية كآفات زراعية وهناك الكثير من الصعوبات التي تواجهنا في هذا المجال مثل أن الفطر *Arthrobotrys irregularis* يجب أن تنقل مكوناته في خزائن مثلجة أو عربات مبردة refrigerated trucks.

كما أن المكافحة على مستوى الحقل Field scale-application تكون صعبة ومستويات المكافحة الناتجة غير ثابتة الكفاءة inconsistent والنجاح الأكثر توقعاً يكون مع الفطريات والبكتيريا التى تصيب الأطوار النيماتودية الساكنة مثل أناث نيماتودا الحويصلات والتعقد (الجذرى) حيث أن الإصابة تقلل القدرة على إنتاج الذرية وزيادة الموت فى البيض ويعتبر الفطر *V.chlamydosporium* فطراً (متطفلاً اختيارياً) Facultative parasite يمكن أن يستعمر منطقة الجذور Rhizosphere-colonizing fungus لمكافحة نيماتودا التعقد الجذرى وسوف يناقش هنا كيفية انتشار الفطر– العوامل التى تؤثر على ثبات وكفاءة الفطر ومستويات المكافحة المطلوبة تجاريا.

– مشكلة نيماتودا تعقد الجذور The Root-knot Nematode problem:

تسبب النيماتودا المتطفلة نباتياً خسائر جسيمة للمحاصيل الاقتصادية ويبلغ الفقد الناتج سنوياً على مستوى العالم ما يقرب من 1000 مليون دولار ويرجع التلف الناتج بنسبة 70% من الفاقد إلى نيماتودا التعقد الجذرى التى تتمتع بمدى واسع للانتشار وخصوصا فى الأجواء الحارة والمناطق الاستوائية حيث تكون نيماتودا التعقد هى المسئولة عن هذا التلف وأهم أنواعها:

Meloidogyne javanica, Meloidogyne incognita and *Meloidogyne arenaria*

ولازالت الدورة الزراعية باستخدام الأنواع الغير عائل من المحاصيل وكذلك الأصناف المقاومة هى أهم الأدوات المستخدمة لتنظيم الأعداد ولكن النجاح المتحصل عليه يكون محدوداً نظراً للمدى العائلى الواسع لنيماتودا التعقد الجذرى وكذلك وجود أكثر من نوع فى نفس مكان الإصابة كما أن استخدام المبيدات الكيماوية فى طريقة للزوال نظراً لمشاكل البيئة الناتجة عن الاستخدام الغير مرشد لها.

هناك العديد من طرق المكافحة التى أعطت بعض النجاح مثل استخدام الطاقة الشمسية، الفيضان، استخدام أجزاء نباتية سليمة، واستخدام المواد العضوية. والأفضل هو الاستخدام الأمثل لنظام المكافحة المتكاملة Integrated management strategies.

كما أن استخدام المكافحة الحيوية تعتبر طريقة إضافية مكملة يمكن إضافتها لاستراتيجيات المكافحة المتكاملة. ولقد تم دراسة البكتريا الإجبارية التطفل *Pasteuria penetrans* بنجاح لولا أن إنتاج كميات كبيرة منها لا زال صعب المنال Mass production وهناك على الساحة البيولوجية اثنان من الفطريات الواعدة *Paecilomyces lilacinus*، *V.chlamydosporium* اللذان يتطفلان على بيض النيماتودا خاصة نيماتودا التعقد الجذرى، ولقد سجل مبكراً بعض التحذيرات من تأثيراتها الضارة على الإنسان Early concern about human health risk للفطر *P.lilacinus* ولازالت الدراسات على قدم وساق لتحسين المستحضر الفطرى formulations .

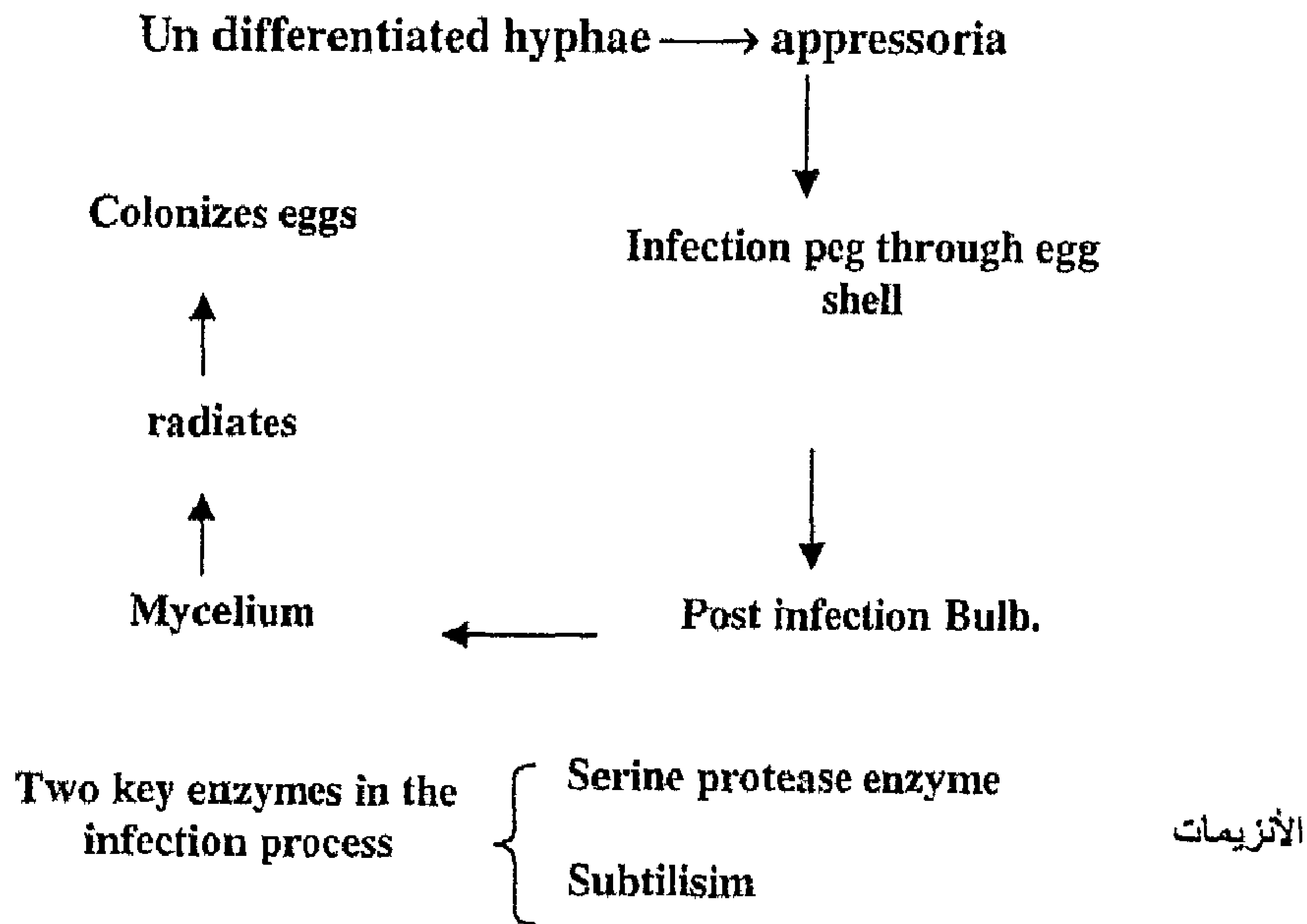
ولقد تم التركيز على الفطر *V.chlamydosporium* لما له من كفاءة عالية مع مستويات العدوى القليلة مع ثبات الكفاءة ضد نيماتودا التعقد في الحقول المصابة – ولقد ثبت عدم تأثيره على الفطريات المفيدة mycorrhizae – ولقد ثبتت فعاليته ضد بيض وحويصلات نيماتودا التعقد والحويصلات وهذا الفطر يتبع *V.chlamydosporium*, a facultative endoparasite Deuteromycets ويتبع جنس *Verticillium* العديد من الأنواع المتقاربة تشكل فى مجموعها تركيبة ذات تأثير فعال **وهي كالتالي:**

- *V.chlamydosporium* var. *chlamydosporium* .
-*V.chlamydosporium* var. *catenulatum* .
-*V. Suchlasporium* var. *suchlasporium*.
-*V.chlamydosporium* var. *Catenatum* .
-*Verticillium psalliotae*.

ويفتج الفطر جراثيم كلاميدية Dictyochlamydospores كما تنتج الجراثيم الكونيدية Conidia – وتختلف المقدرة على إنتاج الجراثيم الكلاميدية من سلالة إلى أخرى – ولقد درست العلاقة بين إنتاج الجراثيم الكلاميدية وعدد المستعمرات المتكونة من الفطر وتبين أن الاختلاف يرجع إلى قوام التربة والتاريخ المرضى للمحاصيل فى

هذه التربة – قوام التربة – الكثافة العددية للنيماتودا – نوع النبات من العوامل التى تؤثر على كثافة الفطر فى منطقة الجذور. هناك ثلاث علاقات متكونة بين نيماتودا تعقد الجذور، فطر *Verticiullium*، النبات العائل. هناك مرحلة ترمميه للفطر Saprophytic phase وهى تتأثر بالعائل.

- الانخفاض الحادث فى الكثافة العددية لنيماتودا التعقد من المحتمل أن يكون كبيراً على العوائل الفقيرة للنيماتودا poor-hosts التى تدعم نمو كبير واضح للفطر فى منطقة الجذور– ولقد لوحظ أن النمو الزائد للفطر فى منطقة الجذور يكون ضرورياً لمكافحة النيماتودات عنه إذا كان الفطر فقط فى التربة.
- كما تختلف الأنواع النباتية فى قدرتها على تدعيم نمو الفطر ويكون النمو كثيراً واضحاً على العوائل ذات الجذور المصابة مقارنة بالنباتات السليمة ويظهر ذلك واضحاً بعد 5 أسابيع من نمو النباتات (عند ظهور أكياس البيض).
- وعلى العوائل الفقيرة للفطر فإن الكثافة الحية فى منطقة الجذور لا تزداد معنوياً حتى وأن زيدت الجراثيم الكونيدية عشرة مرات. واختراق الفطر للبيض يكون نتيجة لتركيب طبيعى ونشاط انزيمى .



هناك اثنين من الإنزيمات مسئولان عن عملية الإصابة بالفطر اللذان يزيلان غشاء Vitelline membrane من قشرة البيض وتعريض طبقة الكيتين Chitin وتختلف السلالات فى مقدرتها على أفراز الإنزيمات وبالتالى مقدرتها على التطفل.

- البيض الغير ناضج أكثر إصابة من البيض الناضج الذى يحتوى على أطوار يرقية ويمكن أن يهرب من الإصابة إذا كانت الحرارة أعلى من 30°م- لأن البيض ينضج ويفقس قبل استعمار البيض بالفطر.

- تطوير استراتيجية المكافحة الحيوية :

Development of Biological control strategies:

يعتبر هذا الفطر عامل حيوى فعال ضد بيض نيماتودا التعقد الجذرى وليس الأطوار اليرقية وتطبيق هذا الفطر فى الحقل يحتاج إلى أكثر من موسم مع إعادة التطبيق كى يمكن خفض إعداد النيماتودا تحت مستوى الضرر الاقتصادى Non-damaging level ويحتاج الفطر إلى مساندة من الطرق الأخرى مثل المكافحة الكيماوية والطاقة الشمسية والمادة العضوية - وتزداد كفاءة الفطر عند إضافته للتربة حول النباتات التى تدعم نمو كبير لهذا الفطر فى منطقة الجذور والتى تعتبر عوائل فقيرة للنيماتودا.

ويجب اختبار السلالات المختلفة للفطر فى المعمل in-vitro tests لتخفيض النفقات والزمن قبل الانتقال إلى التقييم فى الحقل (وقبله الصوب الزجاجية) حيث يجب تقييم السلالات تحت ظروف مختلفة وفى مدى واسع من الظروف وكثير من السلالات تظهر فعالية في المعمل وينعكس الأداء تحت ظروف الحقل (عدم فعالية).

الفطر ينمو على بيئات كثيرة رخيصة الثمن ومدى واسع من pH ولكن إنتاج الجراثيم الكونيدية يتوقف على درجات الحرارة. ويجب اختبار قابلية الجراثيم الكلاميدية لقتل بيض النيماتودا وكذلك لاستعمار Colonize المجموع الجذرى للعديد من النباتات وهناك ثلاثة شروط هامة للحكم على نجاح الفطر كعامل حيوى : استعمار الجذور - إنتاج جراثيم كلاميدية - قتل بيض النيماتودا.

والسلالات التى تنجح فى استعمار الجذور وبسرعة تستعمر البيض تكون ناجحة فى مجال مكافحة أعداد نيماتودا التعقد الجذرى.

ملاحظة هامة: الهيفات hyphae، الكونيديا Conidia من الفطر المنتج من التخمر السائل Liquid fermentation تبقى فعالة وحية فى مستحضرات الفطر المجففة حتى 12 شهر على درجة 25°م freeze- dried for long-term storage

هـــــام:

Tests should be done in non-sterilized soil with active microbial communities, which will compete with the introduced fungus.

أكثر من 85% من السلالات المختبرة فى المعمل عند تقييمها فى الحقل تكون غير فعالة.

ملاحظة هامة: إجراء عمليات التقييم تحت ظروف التربة المعقمة يعطى نتائج أكثر من الواقع لقدرة الكائن الحيوى فى القضاء على النيماتودا Over estimation (ويجب إجراء الاختبارات تحت ظروف التربة الطبيعية) ويجب أن يتم تقدير إعداد النيماتودا فى نهاية الاختبار (تربة بدون تعقيم تحتوى على المجتمع الميكروبى الطبيعى).

- يجب ملاحظة وجود الفطر فى نهاية الاختبار سواء تعامل مع النيماتودا أم لا.
- من الملاحظ أن الإعداد العالية من النيماتودا تؤثر على كفاءة الفطر وكذلك فى حالة وجود أكياس بيض مطمورة فى داخل الأنسجة.
- ويجب تقدير الكثافة العددية للفطر فى التربة فى نهاية التجربة التى استخدم فيها الفطر كعامل حيوى بالإضافة للكثافة العددية للنيماتودا وكذلك مستوى الإصابة بالفطر.
- بينت النتائج أن الفطر *V.chlamydosporium* كان قادراً على تقليل إعداد نيماتودا تعقد الجذور بعد تطبيقه لمرة واحدة Single application باستخدام

Chlamydospores ولكن التطبيق لا يكون فعالا فى حالة وجود كثافة عالية للنيماتودا على محصول شديد القابلية للإصابة.

- ويجب استخدام الفطر كعامل مساعد مع عناصر المكافحة المتكاملة.
- تقل كفاءة الفطر فى وجود كثير من أكياس البيض منطمرة داخل الأنسجة.

ومن التوصيات الحديثة لمكافحة نيماتودا التعقد الجذرى :

1- استخدام 2 – محصول (غير عائل أو فقير non-host or poor) مع صنف مقاوم Resistant cultivar بين المحاصيل القابلة للإصابة وفى حالة عدم وجود أصناف مقاومة تكون دورة المحاصيل على أزمنة متباعدة Cropping cycle must be extended.

2- يمكن استخدام استراتيجية دورة زراعية مع عوائل فقيرة للنيماتودا مع تطبيق عزلة مختارة من الفطر والغرض من استخدام الفطر هو زيادة القدرة للعائل الفقير لخفض عدد النيماتودا إلى مستوى غير ضار non-damaging levels قبل زراعة المحصول القابل للإصابة تركيز 5000 chlamydospores لكل جم تربة كان فعالاً.

3- يجب دراسة التوافق بين الفطر كعامل حيوى مخفض للنيماتودا وبين الكيماويات الزراعية المستخدمة على نطاق تجارى The fungus should be compatible with agrochemical used in commercial vegetable production.

4- كذلك يجب دراسة تأثير الفطر على الكائنات الصديقة (Risk assessment) non-target organisms.

5- من المفيد أن يكون الفطر الفعال ضد النيماتودا فعالاً أيضاً ضد مسببات أمراض الجذور الفطرية Fungal root pathogens.

6- كذلك دراسة تأثيره على الفطريات النافعة Mycorrhizae أو البكتريا المثبتة للنتيروجين Nitrogen-fixing bacteria أو بكتيريا الجذور النافعة Beneficial

والخلاصة دراسة التأثير على المجتمعات الميكروبية فى rhizosphere bacteria منطقة الجذور Microbial community in the rhizosphere.

7- جرعة أو نسبة الفطر Application rate المستخدمة بنجاح يجب أن تكون مشابهة للجرعة أو النسبة الموجودة فى التربة الطبيعية الخافضة للإعداد النيماتودا بواسطة الفطر Naturraly suppressive soils.

8- كما أنه من المهم دراسة key factors التى تؤثر على ديناميكية الفطر وكيفية زيادة توزيعه وانتشاره فى التربة ودراسة المواد التى تساهم فى زيادة كفاءته Bioactive compounds.

9- استخدام Molecular markers for specific isolates would enable their activity to be monitored

10- Incorporation of genes to enhance its performance could be considered. إدخال بعض الجينات إلى بعض السلالات الفطرية لزيادة كفاءة الأداء .

11-The incorporation of a nematicidal gene expressed when the fungus colonizes the egg mass could increase the effectiveness of the fungus in soil at temperatures >30C by preventing uncolonized eggs from hatching before they are parasitized.

جدول يوضح التوافق بين الكائن الحيوى *Verticillium chlamydosporium* وبعض الأنواع النباتية من حيث قابلية الأنواع لتدعيم نمو الفطر حول منطقة الجذور بعد 7 أسابيع .

النبات	حالة التوافق	كثافة الفطر في منطقة الجذور Cfu cm^2
كرنب	جيدة	أكثر من 200 >200
كروتولاريا	جيدة	أكثر من 200 >200
ذرة	جيدة	أكثر من 200 >200
لوبيا	جيدة	أكثر من 200 >200
فاصوليا	جيدة	أكثر من 200 >200
بطاطس	جيدة	أكثر من 200 >200
طماطم	جيدة	أكثر من 200 >200
شيلي	متوسط	200-100
بطاطا	متوسط	200-100
دخن	متوسط	200-100
دخان	متوسط	200-100
قطن	متوسط	200-100
باميا	فقير	<100
فول صويا	فقير	<100
سورجم	فقير	<100
قمح	فقير	<100

- خطوات اختيار عزلات الفطر *V.chlamydosporium* لتقدير قدرتها كعامل مكافحة حيوية:

Purpose	Procedure
1- Collection of isolates	Isolate from nematode eggs in targeted surveys in known suppressive soils or intensively cropped soils with long history of nematode infestation
	Pure cultures of individual isolates stored after freeze-drying
2- Initial laboratory screen to assess biological control potential	Isolates selected for their ability to colonize plant rhizospheres, to produce chlamydospores and to parasitize nematode eggs in simple in-vitro tests.
3- Determine growth requirements to maximize in-vitro chlamydospore production	Growth and development of isolates evaluated on different media in different conditions to optimize chlamydospore production in sterile conditions
4- Evaluate efficacy of selected isolates in pot tests in glasshouse to determine key factors limiting control	Isolates compared for their efficacy on different host plants, at different nematode densities, fungal application rates and soil conditions. All tests done in –non sterilized soil and impacts on non-target organisms measured
5- Evaluate efficacy of selected isolates in field trials	Mass-produced chlamydospore inoculum applied in integrated management strategies in commercial production systems. Spread of the fungus should be monitored after its release

- المكافحة الحيوية للنيماتودا باستخدام أنواع مختلفة من فطر الترايكودرما:

Biological control of Nematodes with *Trichoderma species:*

تعتبر المكافحة البيولوجية باستخدام فطر الترايكودرما من أكثر الطرق شيوعاً فى العالم الآن خصوصاً عزلات من الفطر *Trichoderma harzianum*، *Trichoderma virens*، *Trichoderma hamatum* على العديد من المحاصيل الهامة اقتصادياً مثل التفاح، الجزر، القطن، العنب، الخس، البصل، البازلاء، أشجار النخيل والذرة الحلوة، ويرجع الاستخدام الواسع لهذه الفطريات لإختلاف آليات الفطر المضادة للأمراض النباتية ومسبباتها مما يجعلها فطريات قوية كعامل حيوى ضد العديد من الأمراض تحت الظروف البيئية المختلفة. وهناك العديد من التقارير العلمية التى تثبت أن استخدام هذه الفطريات تشجع النمو النباتى للمحاصيل التى تطبق عليها.

- Trichoderma spp. As Biocontrol Agents:

تعتبر الترايكودرما عامل هام من عناصر المكافحة البيولوجية حيث تتميز هذه الفطريات بالصفات التالية.

1- ذات نمو سريع وتستطيع افراز انزيمات هاضمة من الأنواع المحللة للسكريات العديدة Poly saccharide- degrading enzymes وهذا يعطيها المقدرة على التكاثر والتعاظم على بيئات ذات مصدر كربونى مختلف وبالتالى يمكن إيجاد مواد غذائية بسهولة وذات سعر رخيص للإنتاج الكمى منها ويمكن التحكم فى هذه البيئات والظروف الخاصة لنموها لتشجيع نمو الفطر لإنتاج أى نوع من الكتلة الحيوية له Type of Biomass مناسب لأى غرض من أغراض المكافحة.

2- تتمتع هذه الفطريات بمدى بيئى واسع لنموها يمكنها تحمُّلة وبالتالى يمكن إنتاج أى نوع من السلالات لها. حيث يمكن إنتاج أى سلالة ملائمة لظروف بيئية معينة ينتشر بها أى مسبب مرضى نباتى. وكمثال يمكن إنتاج سلالات تنمو فى ظروف درجات حرارة منخفضة وأخرى مرتفعة وسلالات تختلف فى تحملها للكيماويات وتحملها أيضاً لظروف التعرض لمبيدات الآفات وذلك عن طريق أحداث طفرات

أو أقلمتها لظروف معينة وبالتالى فى حالة وجود طرق مكافحة متكاملة بأنظمة معينة تحتوى على نسب من مبيدات الآفات يمكن إدخال هذه الفطريات بدون الخوف عليها من الهلاك.

- كيف تعمل وتؤثر فطريات الترايكودرما How Trichoderma works:

وجد أنه تحت ظروف البيئات الغنية بالمواد الغذائية فإن الفطريات الناتجة تمتلك ثلاثة آليات للتأثير.

1- التنافس Competition.

2- إفراز مواد مضادة للحياة Antibiosis.

3- التطفل الفطرى Mycoparasitism.

1- يحدث التنافس عند وجود أكثر من كائن دقيق يعتمد على نفس المصدر الغذائى ولا يمكن أن يكون كافياً لاثنين أو أكثر منهما وذلك التنافس يمكن أن يقود إلى مكافحة المرض. والتنافس بين العامل الحيوى (الفطر) والفلورا الداخلية أو المحلية المحيطة بالنبات على أسطح الجذور يجعل الحياة صعبة فى مواجهة العامل الحيوى.

2- إفراز مضادات حيوية تظهر عندما يفرز العامل الحيوى (الفطر) مضادات سامة، نتيجة التمثيل الغذائى أو يفرز مضادات حيوية وتكون ذات تأثير مباشر على المسبب المرضى Toxic metabolites antibiotics.

ولا يعنى إنتاج الفطر لهذه المواد المثبطة والقاتلة تحت ظروف البيئات الصناعية النقية مقدرته على إنتاجها تحت ظروف الحقل كما يمكن ملاحظة وجود أو إنتاج إنزيمات محللة بجانب إنتاج المضادات الحيوية Hydrolytic enzymes

3- التطفل الفطرى ومعناه أن فطر يتطفل على مسبب مرضى فطرى أيضاً ويحدث ذلك على أربعة خطوات:

أ- Chemotrophic growth: وفيه تفرز كيماويات تنشط وتنبه العامل الحيوى من المسبب المرضى (فطر) تجذب الفطر المهاجم (وقد يفرز العائل أيضاً) ويسمى الطفيل.

ب- Recognition وفيه يهاجم الطفيل (العامل الحيوى) فطريات ومسببات مرضية معينة فقط.

ج- Attachment الالتصاق بفطريات المسبب المرضى والنمو جنبا إلى جنب معها.

د- Degradation ويتم تحليل جدر العائل (الفطر المسبب المرضى) وذلك بانتاج العامل الحيوى لأنزيمـات محـللة Lytic enzymes مـثل Chitinases، glucan 1,3-B glucosidases كما تستطيع هذه الفطريات إنتاج ما يسمى باسم Endo chitinase، chitobiosidase، N-acetyl-B-glucosaminidase، glucan 1,3-B, glucosidase.

وتؤثر هذه الإنزيمات على الكيتين الموجود فى جدر خلايا العائل أو المسبب المرضى ونسبة التأثير تتوقف على نسبة الكيتين الموجودة فى المسبب المرضى ويمكن أن يؤثر خليط من هذه الأنزيمات ويكون التأثير قوياً.

وفى حالة وجود سلالة فعالة على مسبب مرضى معين وظروف بيئية مناسبة تكون درجة المكافحة فعالة وعالية ويجب ملاحظة أن النتائج العالية فى اختبارات المعامل لا تتمشى بنفس النسب مع النتائج المتحصل عليها تحت الظروف الحقلية وذلك لتعقد الظروف والكائنات الموجودة وتعقد الشبكة الغذائية حيث أن تحت ظروف المعمل يمكن أثبات وجود آلية معينة للعمل. بعض عناصر المكافحة البيولوجية أظهرت مقدرتها على امتلاك الثلاث آليات للتضاد تحت ظروف المعمل.

- المكافحة الحيوية للفطر فى التطبيق العملى:

Trichoderma Biocontrol in practice:

A- Selection of Biocontrol Agents الاخـــتيار:

كما ذكر سابقاً فإن تقييم سلالات الفطر تحت ظروف المعمل يعنى قدرتها تحت ظروف التطبيق فى الحقل وهناك بعض النتائج الإيجابية والمتوازنة بين المعمل والحقل

وأخرى سلبية – وبالتالى لإثبات مقدرة السلالات على التضاد يجب أن يكون ويجرى تحت ظروف الحقل الطبيعية. ولقد أثبتت التجارب أن 5% فقط من السلالات الفعالة تحت ظروف المعمل هى التى أثبتت مقدرتها تحت ظروف الحقل وكانت النتائج غير مستقرة Inconsistent and less effective control.

B- Production of Trichoderma spp. for Biological control الإنتاج:

لأغراض المكافحة الحيوية باستخدام فطر الترايكودرما على النباتات المختلفة أو فى التربة تستخدم كهيفات hyphae، Chlamydospores كجراثيم كلاميدية أو جراثيم كونيدية Conidial spores ولا تستخدم الهيفات لعدم تحملها الجفاف. والاستخدام الواسع هو باستخدام الجراثيم الكلاميدية والكونيدية. ويمكن إنتاج كميات كبيرة باستخدام liquid fermentation أى التخمر فى وسط وسائل. ويسمى الناتج Biopesticide مبيد آفات حيوى ومن الملاحظ بصفة هامة أن طريقة إنتاج الفطر ومكوناته هى المسئولة عن كفاءة الناتج فى المكافحة وفى حالة الإنتاج التجارى للفطر يكون الهدف النهائى هو إنتاج منتج عال الكثافة فى الجراثيم التى تعيش لفترة طويلة فى صورة حية قابلة للعمل.

C-Formulation of the Biocontrol Agent تجهيزات العامل الحيوى (مستحضرات)

يعتبر التجهيز الناجح لمكونات الفطر الفعالة وتقديمها فى صورة جيدة بحيث تنقل مقدرة الفطر على إحداث التضاد من المعمل إلى الحقل هو أهم العوامل فى ذلك المجال. والوصفة أو التجهيزة الناجحة يجب أن تكون اقتصادية وآمنة وثابتة التأثير تحت الظروف البيئية وسهلة التطبيق والاستخدام باستخدام الوسائل الزراعية التقليدية وكذلك مواصفات التجهيز تمكن الفطر من الأداء الفعال والثابت تحت الظروف البيئية المختلفة. كما يجب الاهتمام أيضاً بالحالة الغذائية للوسط المدعم للفطر حتى يستطيع الفطر فى النهاية أن يثبت نفسه فى البيئة Establishment كما يجب أن يكون الفطر متخصصاً كما يلى.

D- Specificity of Trichoderma spp. Isolate in Bio control :

يجب أن يتميز الفطر الفعال فى المكافحة الحيوية بتخصصه فى مهاجمة المسبب المرضى فقط ولا يمتد تأثيره إلى الكائنات النافعة فى البيئة المحيطة ولزيادة فعالية الفطر المضاد يجب أن يحتوى على العديد من السلالات لزيادة المدى الواسع لتأثيره على مسببات الأمراض.

E- Integrated control Bioprotectant المكافحة المتكاملة:

يتميز الفطر المضاد بتقليله للتلوث البيئى بالمبيدات الكيميائية عن طريق الإحلال محلها Replacing كذلك منع تطور سلالات مقاومة من مسببات الأمراض المختلفة وكذلك يستطيع الفطر أن يتواجد فى مناطق التأثير الخاصة بالمسبب المرضى.

كما أن استخدام الفطر الحيوى يؤدى إلى تقليل استخدام مبيدات الآفات الكيماوية إلا فى حدود جرعات منخفضة وهى أيضاً تشكل ضغطاً على المسبب المرضى stress تجعله أيضاً حساساً للعامل الحيوى.

ومن المهم أن يكون الفطر الحيوى مقاوم لاستخدام مبيدات الآفات الكيماوية حتى يمكن أدراجه فى منظومة المكافحة المتكاملة أو حتى مكملاً لهذه الكيماويات وذلك عن طريق أحداث طفرات أو أجراء عمليات تقييم مستمرة على بيئات تحتوى على مبيدات الآفات Pesticide-containing media.

F- Trichoderma used Against pathogens in different environments:

الاستخدام تحت ظروف بيئية مختلفة :

استخدام الترايكودرما ضد مسببات الأمراض تحت الظروف البيئية المختلفة إذا استطاع فطر الترايكودرما أن يثبت نفسه فى البيئة فى محيط عمل المسبب المرضى قبل وصوله فإنه قد يكون قادراً على منع المرض. وتساعد التجهيزة على ذلك باحتوائها على مواد تسهل تكوين مستعمرات الفطر Agent's colonization مثل المواد الغذائية والمواد اللاصقة Nutrients and stickers. كما أن وقت المعاملة بالعدو

الحيوى عامل هام جداً للمكافحة حيث يجب أن تمتد الوقاية والحماية فى المراحل الهامة من نمو النبات.

- طرق استخدام العامل الحيوى Biological control in the soil:

- يمكن استخدام فطر الترايكودرما بإحدى الطرق التالية:

1- تغليف البذور Seed coatings.

2- Granules formulated وذلك لاستخدامها نثراً على التربة Broad cast.

3- Furrow application.

4- Soil amendments.

5- حديثاً يمكن الاستخدام مع الشتلات حيث يمكن للفطر أن يتلازم مع المجموع الجذرى ويستعمره ويسمى ذلك Root-colonized by rhizosphere competent *Trichoderma strains*.

ويمكن إنتاج محببات من الفطر Granules وذلك لاستخدامها خلطاً مع التربة لزيادة كفاءة المكافحة ويمكن استخدام ذلك عند زراعة العائل كمعاملة فى الخطوط In-furrow application .

(استخدامها فى مشاتل البذور) ومثال ذلك نمو شتلات كالطماطم فى تربة مزودة بالفطر يمكن أن تقاوم فعل الأمراض عند نقلها إلى الحقل. Pre-established source of inoculum for the new crop.

معاملة البذور بالفطر يعطى الفرصة لتجهيز النبات الجديد بالفطر فى المراحل الخطرة من حياته كما أن هذه الطريقة تقلل من كمية الفطر المستخدمة. يجب أعطاء الفطر الحيوى المقدرة على السبق على المسبب المرضى Head start استخدام الفطر الحيوى مع بعض الكيماويات التى يمكن تحملها تعطى أفضلية فى عملية المكافحة Integrated biological- Chemical control.

وقاية الجذور بتغليفها بالفطر Rhizosphere- Competent bio protectant يمكن أن تؤدى إلى أن الفطر يحيط الجذور إحاطة كاملة تعطى درجة من الحماية لفترة طويلة Season-long protection لا يمكن الحصول عليها من الكيماويات والتى يجب أن تتكرر المعاملات بها حتى تعطى الحماية لفترة طويلة ويجب دراسة طرق إدخال الفطر إلى الحقول لإعطاء Appropriate delivery systems درجة من الثبات فى التأثير على امتداد الموسم الزراعى وعلى اختلاف الظروف البيئية.

- المنتجات السامة للفطريات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للأمراض :

Toxic Metabolites of Fungal Biocontrol Agents :

- وفيه يتم دراسة الخصائص البيولوجية للمركبات والمواد التى تفرز من عناصر المكافحة الحيوية وبالأخص الفطريات وبالذات نواتج عمليات التمثيل الغذائى لها.

- كذلك ما هى تلك الإفرازات وتعريفها وتقدير كمياتها وتركيزها فى البيئة المحيطة ودراسة تأثير ذلك على بقية الكائنات.

- وتفرز الفطريات حزمة واسعة من المركبات ذات النشاط البيولوجى ضد كثير من الكائنات وتعتبر منتجات تمثيل ثانوية Secondary metabolites وهى مشتقات من مواد مختلفة في مراحل متوسطة من التمثيل الغذائى الأولى Primary metabolism.

- وهذه المركبات يمكن أن تصنف تحت خمسة مصادر ميتابولزمية: (أيضيه).

1- Amino acids أحماض أمينية

2- Shikimic acid pathway for the biosynthesis of aromatic amino acids.

3- Polyketide biosynthetic pathway from acetyl coenzyme A .

4- Mevalanic acid pathway .

5- Polysaccharides and peptide polysaccharides .

ونواتج التمثيل الغذائى للفطريات لها عدة وظائف تعتمد على المكانة البيئية للفطر المستخدم ecological niche والبعض من هذه النواتج قد تكون مضادات حيوية تستخدم ضد الكائنات الأخرى أو قد تستخدم لمنع نمو الكائنات المترممة الأخرى على العائل بعد قتله وبالتالى يستطيع الفطر البقاء.

- والتطفل الفطرى Mycoparasitism يستغل هذه الخاصية والبعض من هذه النواتج تؤثر على الناحية المرضية pathogenicity determinantes.
- والبعض من هذه النواتج قد تكون مضادات للتغذية antifeedant أو يكون لها تأثير طارد وخواص طاردة Repellant properties.
- والعديد من الفطريات تفرز أحماض عضوية عديدة organic acids ومنها oxalic, kojic, cyclopyazonic, fusaric.
- ويعتبر الحمض oxalic acid مهماً لتأثيره على كثير من مسببات الأمراض النباتية وذلك لتأثيره المسيل لبروتينات الكيوتيكل والبعض من هذه الأحماض له تأثير منشط synergistic factor ويزيد من التأثير المحلل لإنزيمات chitinaze, proteases.
- وفى الفطر *Trichoderma* تنتج أنواع مختلفة من هذه النواتج التى تختلف فى وظائفها وتسمى هذه النواتج (مضادات الفطريات) Antifungal metabolites حيث تستخدمها ضد كثير من مسببات الأمراض الفطرية فى عملية mycoparasitism (التطفل الفطرى).

Rhizosphere competency (ability to colonize roots quickly) and competition for nutrients. It may displace plant-pathogenic strains through competition exclusion, using antibiotics without harming the host plant .

-Peptaibols:

- وهذه عبارة عن عائلة من عديدات الببتيدز قصيرة السلسلة Short-chain polypeptides ونسبة عالية منها، من hydroxy proline، amino isobutyric acid.

- ومركبات peptaibols تظهر أنشطة مضادة للميكروبات وتسمى antibiotic peptides وهى تسبب تأثيرات فى أنشطة أغشية الخلايا عن طريق تكون ثقوب بها (فى الأغشية الدهنية) تؤدى إلى انسكاب وارتشاح الأيونات من خلاله مما يؤدى إلى الفقد فى الاتزان الأسموزى وموت الخلايا.

- ويفرز الفطر *T.harzianum* مركبات مثل trichorzianins أما الفطر *T.viridae* فيفرز alamethicins، trichotoxin وهذه الفطريات وإفرازاتها محللة لجدر الخلايا Cell-wall hydrolytic enzymes.

-Giliotoxin:

- تعد مضاد للفطريات Antifungal agents، antimicrobial، Antiviral.

- ومادة Giliotoxin سامة وتسبب اختلالات تنفسية فى الإنسان والدواجن وكذلك تؤثر على الجهاز المناعى وتثبط بعض الوظائف لهذا الجهاز. وهذا المركب له relatively short period of bioactivity.

- كما أن للفطر *gliocladium*، *Trichoderma* مركبات أخرى ثانوية لها خواص مضادة حيوية مثل Polyketides, terpenoids وكثير من المركبات المشتقة من α-amino acid كما ينتج harzianic acid من *T.harzianum* كما تنتج Tri-chothecene، ومادة harzianum A ولهما خواص مضادة للفطريات.

- ومن المعروف أن للأشعة Ultraviolet تأثير طفرى على فطريات الترايكودرما حيث تغير من قدرتها على إنتاج المضادات الحيوية.

- كما أن لفطريات الترايكودرما مقدرة على إنتاج أنواع مختلفة من الإنزيمات المحللة لجدر الخلايا فى الفطريات المسببة للأمراض. Fungal cell-wall hydrolytic enzymes.

- ومن هذه الأنزيمات، Chitinases, B1,3-glucanases, proteases والتى تلعب دوراً هاماً فى عمليات mycoparasitism حيث أن لها المقدرة على تثبيط إنبات

جراثيم الكثير من الفطريات كما تؤثر على استطالة الهيفات hyphal elongation أى أن تأثير .

Hydrolytic enzymes + antibiotics



Play an important role in the antagonistic action of *T.harzianum*

- وترجع مقدرة الفطر فى المكافحة الحيوية للتالى :

In conclusion, the biocontrol efficacy of *Trichoderma spp.* Seems to be a combination of *antibiosis, lysis, competition, mycoparasitism* and *promotion of plant growth.*

مركب *Trichothecenes* يفرز وينتج من كثير من الفطريات ومنها الترايكودرما وهذا المركب يسبب:

Diarrhoea, severe haemorrhages and immunotoxic effects: inhibitors of protein synthesis in mammalian cells.

- الأخطار المحتملة وطرق الأمان فى استعمال الفطريات للمكافحة الحيوية للآفات:

The potential hazards and safety concerns associated with biocontrol fungi:

وتتم هذه الدراسة على تأثير الفطريات المحتمل وجود تأثير مؤثر لها على الآفات والأمراض النباتية على الفقاريات واللافقاريات والنباتات الأخرى وتسمى هذه الكائنات باسم Non-target organisms.

من المعلوم أن الكثير من هذه الفطريات الواعدة تنتج جراثيم تسبب حساسية تفاعلية مع العديد من الكائنات Allergic reactions وذلك أثناء إنتاج هذه الفطريات وأثناء التطبيق وتسمى هذه الفطريات التى تنتج allergens باسم The fungi (are allergenic).

- السمية Toxicity :

تفرز الفطريات أنواع مختلفة من المركبات معظمها سام للنباتات واللافقاريات والفقاريات مثل Destruxins and Beauvericin, Oosporein, cytochalasins , Hirsutellin, Beauveriolide, Bassianolide.

ويرجع الاختلاف فى إنتاج هذه المركبات إلى اختلاف العزلات ويؤثر pH البيئة، الظروف البيئية على المقدرة على إفراز سموم معينة ويفرز الفطر Arthrobotrys مادة Linoleic acid للتأثير على يرقات النيماتودا وإنتاج المنتجات ذات التأثير السام على النيماتودا من الفطريات المهاجمة ويمكن استغلاله فى إنتاج تلك السموم.

ولقد سجل الفطر *Paecilomyces lilacinus* إصابات عديد للإنسان خاصة الأشخاص ذو المشاكل الواضحة فى الجهاز المناعى وضعف للمناعة ضد الأمراض Immuno incompetent وكذلك الأفراد imunocompetent ولذلك فإن عند عمل اختبارات كفاءة الفطريات للاستخدام كعدو حيوى يجب أن يدخل فى التقييم تأثير هذه الفطريات على الكائنات الغير مستهدفة خصوصاً الفقاريات وكذلك على flora and fauna.

Fungal biocntrol agents can be used in *augmentative, classical* and *conservation* biological control.

- In augmentative approaches, the fungi are introduced either *in low* numbers, i.e. inoculative augmentation or in very large numbers i.e. inundative augmentative essentially as pesticides
- On the classical approach, fungi are introduced into geographical hebitates where they have not previously occurred. The intent here is that they become established and provide self-perpetuating, long-term control.
- In the conservation approach, the habitat or management practices are manipulated in order to favour the naturally occurring fungi.

- المدى العائلى Host range :

الفطريات تظهر مدى واسع جداً من التخصص العائلى Host-specificity. بعض الأنواع متخصصة فقط لعائل معين والبعض الآخر لعوائل عديدة وذلك بالنسبة للعديد من العوائل.

أنواع كثير من Hyphomycetes تعتبر اختيارية Facultative وبالتالى لها مدى عائلى واسع – وتوجد أنواع لها تخصص محدد على أنواع أو عوائل محددة – البعض الآخر يكون أجبارى obligate ويكون محدوداً على بعض الأنواع القريبة الصلة ببعضها.

الأنواع المختلفة من العوائل التى يمكن أن تصاب بالفطر تختلف بين الفطريات التى توجد فى المعامل physiological host range والتى توجد فى الطبيعة Ecological host range.

- المدى العائلى الفسيولوجى Physiological host range :

يتم تقديره من الإصابات المعملية وتظهر أى العوائل يمكن أو يحتمل إصابتها تحت ظروف الحقل.

- المدى العائلى البيئى Ecological host range :

ويمكن تقديره فقط من خلال الدراسات الحقلية والاختلافات بين المدى العائلى الفسيولوجى والأيكولوجى هى نتيجة تقدير الظروف Biotic and a biotic فى الحقل فقط والتى يمكن أن تؤثر على الفطر وعلى قابلية العائل للإصابة. ولكى تكتسب التجارب والاختبارات فى المعمل نفس خصائص العمل تحت ظروف الحقل يجب محاكاه ظروف الحقل بالكامل Mimic the field situation.

- القابلية للإصابة وعلاقتها بالجرعة Dose related susceptibility :

Host susceptibility to fungal pathogens is, for the most part, dose-dependent.

A Threshold for infection (aminimum number of fungal propagules is required). There after, increasing numbers of propagules increase the probability of a successful infection.

The dose-mortality relationship provides a built- in safety factor in the inundative- augmentation use of many facultative fungal pathogens as microbial insecticides, because high doses are present for only a relatively brief time.

Susceptibility and disease transmission are very much dependent on many a biotic factors. Sporulation need high relative humidity.

الكثير من جراثيم الفطريات حساسة للأشعة فوق البنفسجية (UV) وبالتالى تعرضها للأشعة يجعلها قصيرة العمر short-lived ويصل نصف العمر لها فى بعض الإصابة إلى عدة دقائق Half-life وبالتالى فالبقاء يزيد تحت ظروف المواطن المغطاة والمظللة وكذلك فى التربة Shaded habitats

- الفطريات المعدلة وراثياً Genetically altered fungi :

والهدف من ذلك هو توسعه المدى العائلى وزيادة سرعة القتل عن طريق إدماج عدة طرق لإحداث التأثير وزيادة فترة البقاء persistence وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

The introduction of foreign genetic material from organisms within and out side the fungal kingdom.

– دور البيولوجيا الجزيئية فى مكافحة النياتودا (فى المكافحة الحيوية) :

يمكن أن تلعب البيولوجيا الجزيئية دوراً هاماً فى إدخال جين معين إلى الفطريات المهاجمة للنيماتودا يختص بافراز مادة سامة أو منشطة أو مثبطة أو خلافه أو إدخال جين معين فى النبات ليكون أحدى مكونات الجهاز الدفاعى للنبات ضد النيماتودا مثل الجين الذى يعبر عنه بإفراز انزيم Chitinase ليكون جزء من الجهاز أو الإستجابة المناعية للنبات ضد النيماتودا ومثال ذلك إدخال جين Endo chitinase من *Trichoderma harzianum* فى نبات الدخان والبطاطس لزيادة المقاومة ضد الأمراض.

Transgenic plant with fungal chitinase gene to increase resistance to pathogens.

وعند إدخال أحد الجينات إلى أحد الفطريات المهاجمة للنيماتودا *Arthrobotryes oligospora* وذلك لزيادة كفاءته ضد النيماتودا وجد أن الكائن الفطرى المعدل أنتج عدد أكبر من المصائد وزادت إعداد ونسب الأمساك للنيماتودا وقتل عدد أكبر من النيماتودا بالمقارنة بالفطريات التى لم يدخل إليها أى جين (العزلات العادية) ويسمى الفطر المعدل مثل Transformed *T.harzianum* وتسمى الكائنات المحولة جينيا Transformants، Transgenic fungi , Transformed fungi.

– الأمان فى استخدام عوامل المكافحة الحيوية:

Safety of Fungal Bio control Agents:

الكائنات الغير مستوطنة × الكائنات المستوطنة Non-indigenous vs. indigenous organisms

مستويات تعداد وأعداد الكائنات الدقيقة فى التربة من فطريات وبكتريا تكون بحالة توازن بيئى فيما بينها Ecological balance وذلك ينتج من حالة التوازن بين **العوامل النباتية والكائنات الدقيقة التى تأقلم نفسها مع البيئة المحيطة حيث تتعايش جميعاً.**

لو تم رفع تعداد الكائنات الدقيقة المتوطنة طبيعياً فى التربة وذلك بطريقة صناعية Artificially raised كما فى طريقة الزيادة Inundative augmentation تصبح هناك حالة short-term perturbation (قلق للبيئة) للنظام البيئى، حيث يمثل ذلك التأثير المرغوب على الهدف ثم يعقب ذلك عودة إلى التوازن البيئى قبل إضافة الكائن الحيوى Pre-augmentation level وكلما كان الكائن الحيوى المضاف قريب الصلة بالكائنات المستوطنة الطبيعية فى موطنها native area كلما كان هناك توافقاً مفيداً لاستخدام هذه الكائنات. وفى حالة إدخال الكائن الحيوى إلى البيئة ولا يتأقلم معها سرعان ما يموت. Mode of use: inundative vs. inoculative release.

فى المكافحة البيولوجية الكلاسيكية فإن استقرار العدو الحيوى وتمكنه من البيئة يعتبر بصفة عامة دائم وغير قابل للعودة إلى الخلف وبالتالى فإن وجود مدى عائلى فى البيئة يكون هاما قبل إطلاقه. ولذلك فإنه بعد توطين أقدامه فى البيئة المستقبلة له يبدأ الفطر فى الزيادة استجابة لزيادة العائل. أى أن هناك علاقة ترابطية بين العدو الحيوى والعائل – ولو حدثت تأثيرات غير مرغوبة فى non-target لفترة قصيرة سرعان ما يعود الوضع إلى طبيعته.

والاستراتيجية فى طريقة Inundative or augmentative biocontrol تتضمن الإنتاج الكمى mass production ثم التطبيق للمنتج المجهز والمحضر Application of a formulated product هذا الأسلوب بالطبع يفرض مخاطر هامة خصوصاً بالنسبة للتعرض البشرى.

وتسبب الكائنات الحية المستخدمة فى المكافحة الحيوية للإنسان الكثير من المشاكل الصحية تتضمن الحساسية Allergenicity، الإصابات المرضية Pathogenicity والتعرض للمنتجات السامة Toxic metabolites ويمكن الإقلال من هذه التأثيرات الغير مرغوبة إذا اتخذت الإجراءات الوقائية الاحتياطية أثناء تطبيق هذه المركبات الحيوية كما تتخذ الإجراءات الوقائية والاحتياطية عند تطبيق المكافحة الكيميائية للآفات ويجب تقييم تلك التأثيرات المحتملة على الإنسان قبل السماح بتداول وتطبيق هذه الكائنات الحية فى استراتيجيات المكافحة

Basic knowledge on possible- effects on humans need to be evaluated prior to the registration of a product based on fungal agent.

بالرغم من أن هناك مخاطر عديدة لاستخدام الكائنات الدقيقة فى المكافحة فيوجد العديد من الأنواع تعتبر آمنة فى الإنتاج الكمى safely mass-produced ويمكن استخدامها فى inundative augmentation وذلك لمكافحة النيماتودا بدون أعراض خطيرة على البيئة أو على الإنسان.

والتأثير على البيئة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار قبل إنزال الكائن إلى البيئة Release بدون النظر إلى الاستراتيجية المتبعة.

ففى حالة: Classical biological control: يتم الإدخال Introductions بصورة دائمة Permanent ويتم ذلك على الزراعة المستديمة Perennial أو الأنظمة الطبيعية Natural systems. بينما فى حالة: Inundative augmentation: تتضمن الإطلاق Release لجرعات عالية فى annual systems (الزراعة الحولية).

ويجب تقييم الأخطار عند كل خطوة فى تطور واستخدام الفطريات الحيوية وخصوصاً أثناء التصنيع manufacturing process وذلك لتقليل التعرض للإنسان خصوصاً عمال التصنيع خصوصاً مسببات الحساسية وانبعاث المواد السامة وذلك بتقليل الاحتكاك بين العمال والكائنات المنتجة ويراعى فى عمليات التحضير Formulations تلك العوامل التى تقلل هذه الإضرار ويجب إيضاح المعلومات الهامة على العبوات بشأن البيئة التى يتم التطبيق فيها ونوعية الهدف Targeted hosts والأضرار المحتملة للكائنات الغير مستهدفة Non target organisms.

ويجب التعامل مع الهدف المنشود مكافحته بالأعداء الحيوية بطريقة تبدأ بتعرض الهدف لأنواع مختلفة فى المعمل من الكائنات الحية وكلما كانت محاكاة mimic ما يوجد فى الحقل الطبيعى من ظروف وكائنات حية كلما كانت النتائج الجيدة مرجوة.

وكلما زادت أعداد الهدف من الطبيعة بعد إصابته طبيعياً تحت ظروف الحقل وتحديد أسباب الوفاة كلما كانت هذه المعلومات ذات قيمة شديدة فى برامج إنتاج الكائنات الحية، وتعتبر كل هذه المعلومات معلومات بدائية قبل العمل الفعلى فى هذا المجال Preliminary data

– الفطريات كأعداء للنيماتودا Fungi against nematodes:

تعتبر الفطريات المهاجمة للنيماتودا Nematode-attacking fungi أعضاء عاديين من المجتمع البيئى. وفى الفطريات المهاجمة للنيماتودا تستخدم عدة طرق للتعامل مع النيماتودا ويمكن تقسيمها إلى مفترسات وطفيليات predatory or parasitic المفترسات تتميز بوجود تركيبات خاصة مثل الحلقات اللاصقة مثل *Arthrobotrys* وأهم نوع فيه هو *A.irregularis*.

ولا تعتبر الفطريات المفترسة متخصصة جداً لأنواع معينة من النيماتودا وتتوقف مقدرة الفطريات على جذب فرائسها من النيماتودا على أنواع الفطريات ومن أهم هذه الفطريات قدرة على جذب الفريسة *Monacrosporium ellipsosporum* والتى تستخدم عقد لاصقة.

وهناك الكثير من الفطريات المتطفلة على النيماتودا ظهرت على السطح حديثاً مثل متطفلات البيض والإناث المتضخمة مثل *Paecilomyces lilacinus*، *Verticillium chlamydosporium* وهى فطريات تعتبر متطفلات انتهازية opportunistic parasites وهى ليست ذات تخصص شديد مع العائل بالرغم من وجود اختلافات فى المقدرة على الإصابة بإختلاف العزلات واختلاف أنواع النيماتودا، ويمكن أن تصيب بيض البزاقات والقواقع عندما تختفى نيماتودا التعقد من التربة.

الفطر *Paecilomyces lilacinus* مسجل عالمياً لمكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً ولقد درست الجرعات المختلفة له والسمية الحادة والسمية عن طريق الجلد والسمية للجهاز التنفس فى الفئران ودراسات تهيج الأرانب وتبين التجارب الأمان

النسبى لهذا الفطر فى الاستخدام. ولقد سجل فى العديد من التقارير أن هذا الفطر Causativ agent وبالتالى فإن هناك الكثير من الدراسات على القاريات يجب إجراؤها. ولقد وجد أن الفطر الأكثر استخداما فى مكافحة النيماتودا هو *Myrothecium verrucaria*.

- النظم المتبعة فى التسجيل **Regulations and registration:**

1- Studying the potential hazards both to the user and to the environment in general.

-Regulations and registration requirements serve two major purposes:

1- To ensure the safety of the agent .

2- To ensure efficacy.

The intended use of the organisms and its origin will determine the type of regulatory that will be required. The importation of non-indigenus organism intended for classical biological control will be regulated differently from the regulation of microorganisms intended for innumdative use.

- Regulation of fungi as classical biocontrol agent:

1- Regulate the importation of BCAs.

2- Regulate the release of BCAs.

These regulations designed specifically for the exclusion of noxious agents.

Code of Conduct for the import and release of exotic biological control agents.

The most important part of the code as for as is concerned in this chapter. It states that the importer of biological agents must include:

An analysis of the risks posed to possible nontarget organisms and to the environmental generally and should entail available emergency procedures should the biological control agent after release display unexpected adverse properties. The dossier should also contain a report detailing laboratory test, and or field host range of the candidate agent. Testing should be based on recommended procedures and approved by the authority. These tests should relate to the candidate agent only and different procedures should apply to any additives used in formulation of products which contain biological control agents.

The most intensive, time-consuming and expensive part of the programme involves determining the host range of the candidate pathogens.

- المعلومات والنتائج اللازمة لتسجيل عناصر المكافحة الميكروبية:

Data requirement for the registration of a microbial pathogen:

1- Identity, physical, chemical and biological properties.

2- Function, mode of action and handling.

3- Manufacturing, quality control and analytical methods. Residues Efficacy- toxicology.

4- Ecotoxicology.

5- Fate and behavior in the environment.

Inhalation, dermal and ocular irritancy tests, dermal sensitization studies. Route of exposure. Identification of toxins and /or toxic metabolites.

- مخاطر استخدام بعض عناصر المكافحة الحيوية (فطر- بكتيريا) :

المكافحة الحيوية ذات مستقبل واعد في مجال مكافحة الآفات، ولكنها سلاح ذو حدين، الحد الأول مقبول من الناحية التطبيقية والحد الآخر يحتاج إلى دراسات مستفيضة وواسعة خصوصاً فيما يتعلق بعلاقتها بالإنسان والبيئة لما لها من تأثيرات

ضارة وقد تكون مهلكة فى بعض الأحيان، وما يلى بعض النقاط التى سجلت فى هذا المجال.

1- الفطر *Paecilomyces lilacinus* خطر جداً على الجهاز التنفسى (الرئة) والقلب والأوعية وعلى الجلد الذى يستطيع الفطر أن ينمو عليها Mycoses.

2- بعض الفطريات التى تنمو وتتطفل على النباتات أصبحت الآن متطفلات ومسببات أمراض للإنسان وخصوصاً لمرضى خلل الجهاز المناعى كما يسبب للأصحاء أيضاً ويسبب Opportunisitic mycoses كما سجلت إصابات عديدة لمرضى نقص المناعة المكتسبة Aids والمرضى الذين أجريت لهم عمليات نقل أعضاء أعقبها قتل الجهاز المناعى أو تثبيطه.

3- وهناك الفطريات الشبيهة بالخميرة من جنس Candida تشكل خطرا على مرضى السرطان والمرضى الذين أجريت لهم عمليات نقل أعضاءTransplant patients ومرضى الأمراض المزمنة والذين يعالجون أيضاً بجرعات كيماوية عالية ومضادات حيوية بنسبة متكررة.

4- أجناس *Aspergillus fumigatus*، *A.flavus* وكذلك أجناس *Rhizopus spp.*، Mucor spp. وجنس الفيوزاريوم *Fusarium* تحولت إلى مهاجمة الإنسان ويتم التلوث عن طرق الهواء (أثناء التنفس). فمثلاً فى حالة مرضى Leukopenic patients أو المرضى الذين يعالجون بـ High- dose steroid therapy والمرضى المصابين بـ Impaired phagocytosis تدخل الجراثيم إلى الرئة ثم تنبت بالداخل وتكسر وتهدم جدر الأوعية الدموية وتسبب نزيفاً فى الأنسجة المحيطة كما يمكن أن تسبب جلطات دموية داخل الأوعية – وتزداد الإصابة فى المرضى الذين أجرى لهم عمليات نقل كلية أو قلب أو المصابين بالسرطان.

5- كما يصيب الجنس Zygomycetes- Rhizopus مرضى السكر خصوصاً الذين يعانون من حموضة الدم ketoacidosis وتدخل الجراثيم من الفم أو الأنف وتنتشر

سريعاً إلى العين والمخ. وكذلك الأنواع الخاصة *Penicilium & Aspergillus* التى تصيب أنواع مختلفة من المحاصيل فى الحقول والمخازن (حبوب) القمح – الفول السودانى – الموالح – وجد أن الكونيديا Conidia الخاصة بهذه الفطريات تنتشر فى الهواء وتسبب العدوى للإنسان.

6- بعض فطريات *Aspergiellus* تفرز وتنتج مواد سامة تسمى Mycotoxins وأهمها Aflatoxin وهى مواد مسرطنة Carcinogens (20 ppb) تسبب سرطان الكبد.

ولقد وجد انفجار هائل فى الإصابة بمرض الالتهاب الكبدى الوبائى Hepatitis فى الهند ارتبط بنوع من الذرة تنمو عليها فطريات تحتوى على Aflatoxin كذلك فإن الكونيديا الخاصة بأنواع من Aspergillus تسبب أزمات حساسية مثل *Aspergillus fumigatus* ، *A. flavus* ، *A. niger*.

7- الفطر النباتى *Fusarium oxysporum* وهو فطر يصيب النباتات وبعض سلالاته تستخدم فى المكافحة الحيوية للأمراض أدى إلى تدمير الرئة فى العديد من المرضى حيث يفرز مواد سامة كثيرة تؤثر على الصحة العامة Fusaric acid

– مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً باستخدام البكتيريا المحللة للكيتين Chitinolytic Bacteria وتأثير إضافة مادة الكيتين لزيادة الكفاءة :

المكافحة الحيوية للنيماتودا المتطفلة نباتياً يتضمن عناصر مختلفة للمكافحة مثل استخدام البكتيريا المحللة للكيتين كأحدى الخيارات المتاحة لذلك وتؤثر إنزيمات الكيتيناز Chitinase على مادة الكيتين Chitin وتحلله مما يؤدى إلى إطلاق الأمونيا Ammonia التى تعتبر فى حد ذاتها مبيد نيماتودى nematicidal وذلك عند تركيزات معينة.

ولقد وجد أن إضافة الكيتين إلى التربة قد يؤدى إلى تشجيع نمو البكتيريا والاكتينوميستس Bacteria and actinomycetes وبعض أنواع محدودة من الفطريات Fungi ذات القدرة

على تحليل الكيتين، وهذه الكائنات الدقيقة يمكن أن تهاجم بناء على ذلك البيض وكتل البيض مما يقلل من أعدادها فى التربة.

وللحصول على نتائج فعالة من البكتيريا والكائنات المحللة للكيتين يجب أن يمر وقت كاف بين إضافة الكيتين للميكروبات المحللة له وبين الحصول على نتائج فعالة وبالتالى يمكن أن نتكهن بأن نتائج المكافحة المقبولة تكون خلال المحصول التالى لأول محصول تمت إضافة الكيتين إلى تربته وموطنه فى وجود الميكروبات المحللة.

ولقد بينت التجارب أن البكتيريا المحللة للكيتين *Pseudomonas chitinolytica* قد قللت الإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.Javanica* على الطماطم مع حدوث تحسن واضح للنمو كما بينت تجارب أخرى حدوث أنخفاض فى إعداد البيض لنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* نتيجة استخدام الفطر *P.lilacinus* ولقد وجد أن إضافة الكيتين فى وجود الفطر أعطى نتائج بارزة عما لو استخدم كل من الفطر والكيتين بمفرديهما. يمكن إضافة الكيتين Crab shell، وقشر الجمبرى إلى التربة يؤدى على زيادة نشاط البكتيريا المحللة للكيتين وزيادة أعدادها وهى من نوع Gram-positive ولها القدرة على إفراز العديد من المضادات الحيوية .

ولقد وجد أن استعمار المجموع الجذرى بالكائنات الدقيقة ونجاحه فى ذلك يكون ضرورياً لنجاح مكافحة مسببات أمراض الجذور Root –colonization.

ولقد وجد أن أى تغير فى المجتمع الميكروبى فى التربية يتمخض عنه نسب مختلفة من درجات تحلل وتكسر الكيتين وبالتالى انطلاق نسب مختلفة من الأمونيا فى التربة واختلاف الـــ pH وربما تختلف الأنواع البكتيرية فى إنتاجها لأنواع مختلفة من الأنزيمات المحللة للكيتين أوأختلاف عوامل أخرى تساهم فى عملية التضاد ضد النيماتودا المتطفلة.

وتمر الأمونيا خلال عمليات الـــ nitrification إلى التحول إلى نيتريت ثم نيترات وكل منهما سام للنيماتودا وكذلك النبات فى التركيزات العالية ويمكن إضافة مصادر كربونية مع الكيتين لتقليل هذا الأثر وزيادة نسبة C/N.

ولقد ثبت أن معظم الفطريات المهاجمة للنيماتودا تفرز الأنزيمات التالية Chitinases، Proteases حيث يلعب الكيتين Chitin دوراً هاماً فى تكوين المنطقة الوسطى للقشرة (قشرة البويضة). وتكسير وهضم الكيتين يحتاج إلى عدة أنزيمات وهو نوعان Endochitnase، Exochitinase كذلك يلعب Lipases دوراً حيث يعطى الفطريات قدرة على مهاجمة الدهون فى القشرة كما تم العثور على Collagenase فى فطريات Arethrobotrys حيث أن غالبية البروتين فى كيوتيكل النيماتودا عبارة عن كولاجين Collagens.

وتفرز بكتيريا *Bacillus subtilis* العديد من الأنزيمات والأحماض ذات التأثير المضاد للفطريات وأنشطتها.

– البكتيريا ومكافحة النيماتودا :

البكتيريا المصاحبة للجذور Rhizobacteria.

البكتريا المفيدة للنبات Plant beneficial Bacteria.

وهى التى تلعب دوراً هاما لصالح النبات من حيث تأثيرها على مسببات الأمراض النباتية وكذلك تأثيرها المنشط للنمو النباتى **وتنقسم هذه البكتيريا إلى ثلاثة أقسام:**

1- ميكروبات مسئولة عن التسميد الحيوى للنبات *(Rhizobium)*.

2- ميكروبات تشجع وتنشط نمو النبات من خلال تأثيرها وتأثير منتجات تمثيلها الحيوى على مسببات الأمراض النباتية مثل *Pseudomonas*.

3- ميكروبات مسئولة عن التأثير المنشط للنبات ونموه *Azospirillum*.

وتسمى البكتريا التى تنشط وتشجع نمو النبات عن طريق التأثير المحدد لها على مسببات الأمراض النباتية Plant health-promoting bacteria PHPR وتسمى Rhizobacteria وهى تشكل 9% من البكتيريا المعزولة من منطقة الجذور Rhizosphere.

ومستوى المكافحة الحيوية الناتجة من هذه البكتيريا يختلف باختلاف الأنواع والأنواع المنافسة ونوع النبات والصنف النباتى والظروف البيئية المحيطة وفيما يلى ملخصا لبعض هذه البكتريا والنيماتودا التى **يمكن بواسطتها التحكم فيها.**

1- *Pseudomonas florescens x M. incognita* x Tomato .
2- *Pseudomonas chitinolytica x M. Javanica* x Tomato.
3- *P. fluorescens x H. schachtii* x sugar beet .
4- *Agrobacterium radiobacter x Globodera pallida* x Potato.
5- *Bacillus subtilis x M. incognita* x cotton .
   M. arenaria x cotton
   R. reniformis x cotton

كما تلعب البكتيريا *B.subtilis*، *Pseudemonas putida* دوراً هاما فى تثبيت النيتروجين وتحسين امتصاص العناصر المعدنية الأولى وزيادة امتصاص الفوسفات فى الثانية. وعموماً فإن بكتيريا الجذور *Rhizobacteria* تلعب دوراً أما مفيدا للنبات أو ضاراً لها أو ذات تأثير منعدم.

- الكائنات الدقيقة ذات نواتج التمثيل السامة للنيماتودا المتطفلة:

Organisms with inhibitory Metabolites:

بكتيريا *Clostridium butyricum* تنتج خليط من formic، acetic، Propionic، butyric acids فى المزارع الصناعية وهناك ميكروبات تفرز كميات كبيرة من H_2S فى مزراع الأرز الغدقة بالماء مثل *Bacillus thuringiensis* كما ينتج *Desulfovibrio desulfuricans* توكسينات ضارة لنيماتودا التعقد *M.incognita*.

وفى حالة *Actinomycetes* بعض أعضائها ينتج مركبات لها تأثير وخواص كمضادات حيوية ومبيدات للنيماتودا. ولقد انتج مركبات تسمى *Macrocyclic lactones* (avermectins) قد انتجت من *Streptomyces avermitilis* ولها خواص قوية أبادية واسعة Broad-spectrum nematicidal activities.

ولقد بينت التجارب أن إنتاج محببات ومحاليل من الـــ avermectines كانت ذات قوى أبادية تفوق بعشرة مرات مبيدات النيماتودا الكيماوية الجهازية الأوكساميل أو الالديكارب فى مكافحة النيماتودا *M.incognita* على الطماطم. ولكن يعاب على هذا المركب عدم ذوبانه فى الماء وسرعة تحلله فى التربة.

الكثير من الفطريات معروفة بأنها تنتج مركبات كثيرة لها تأثير مضاد للنيماتودا المتطفلة نباتياً nematicidal، مضاد حيوى antibiotic أما تأثير مثبطfungi static الفطر *P. lilacinus* يفرز مواد تأثيرها مهلك للبيض واليرقات والإناث وتسبب تشوها واضحاً للبيض بحيث لا يتطور فيه الجنين وغير قابل للفقس، كما تسبب الإفرازات تشوه فى شكل البيض egg shell makup أو تسبب خللا فسيولوجيا يؤدى إلى إجهاض الأجنة وتطورها Aborted embryonic development كما تسبب الإفرازات الهيفية بما تحويه من أنزيمات تغيراً واضحاً فى تركيب الكيوتيكل وإضعافه مما يسبب الاختراق للهيفات كما يسب أيضاً خلل فى نفاذية قشرة البيض بما يسمح بدخول مركبات سامة للداخل noxious compounds تسبب وجود ثقوب كثيرة على الكيوتيكل تسمح بحركة حرة للمركبات القابلة للنفاذ إلى البيضة داخلياً ويقوم الكائن الفطرى *Penicillium anatolicum* بأفراز وإنتاج مركبات لها نفس التأثير السابق للفطر السابق ولكن على نيماتودا G.rostochiensis وذلك من خلال دراسة مرشحات المزارع الفطرية فى المعمل.

وهناك أنواع فطرية أخرى مثل *Trichocladium spp.* ،*Gliocladium spp.* لها تأثير قاتل للنيماتودا من حبس *G.pallida* ويرجع التأثير للإنزيمات المفرزة منها.

- مخاليط الكائنات الحيوية ودورها فى مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً ومسببات الأمراض الفطرية :

Combinations of Biocontrol Agents for management of plant- parasitic nematodes and soil borne plant- pathogenic fungi:

العديد من الكائنات الدقيقة متضادة لكثير من النيماتود المتطفلة نباتاً والبعض منها يقلل من الكثافة العددية لها أو الإقلال من شدة مرضيتها. والكائنات الحية التى تعمل كمضادات ضد النيماتودا المتطفلة لا تعتبر بنسبة كبيرة كبدائل للمبيدات المستخدمة فى المكافحة الكيمائية للنيماتودا ولذلك أسباب عديدة منها:

1- الافتقار إلى مدى واسع لها للتأثير والنشاط.

2- تعطى نسب مكافحة غير ثابتة ومتغيرة على الدوام وخصوصا تحت ظروف التطبيق الحقلى مع كفاءة منخفضة.

3- تأثيرها بطئ أو غير كامل بالمقارنة مع المبيدات الكيماوية.

4- بالإضافة إلى ما سبق فإن القليل من هذه الكائنات الميكروبية يمكن تطويره إلى منتجات تجارية حيوية للمزارع وذلك للتعقيدات بدءاً من التعرف Recognition على الكائنات الحيوية الواعدة إلى الإكثار التجارى mass culture إلى التحضير فى مستحضرات formulations ثم الاختبارات العديدة إلى التحسن فى العمر التخزينى لها Shelf-life إلى التسجيل Registration ثم التسويق marketing ثم التوزيع والنزول إلى الأسواق Delivery.

ومن أهم الكائنات الميكروبية المستخدمة فى الإنتاج التجارى *Streptomyces*، *Bacillus*، *Paecilomyces and Trichoderma*.

ومن أهم العقبات التى تحد من تطوير هذه الكائنات للاستخدام التجارى الأداء الضعيف وغير المستقر للكائنات تحت ظروف الحقل.

Inconsistent field performance often restricts commercial development of biocontrol agents.

هذا الأداء المخالف والمتناقص غير الثابت لهذه الكائنات تحت ظروف الحقل يرجع إلى العديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية Biotic and a Biotic factors.

والعوامل الحيوية: تتضمن التفاعل مع الكائنات الغير مستهدفة الأخرى الموجودة فى نفس البنية Interactions with non-target organisms.

- والتلف والضرر المتسبب عن الكائنات الغير مستهدفة وبقية الآفات.
- ودرجة استعمار منطقة الجذور بالكائنات الحية.

Degree of rhizosphere and (or) soil colonization by biocontrol agent .

- وكذلك التعداد الأولى للكائنات المستهدفة Initial population level of the target organism.
- وكذلك درجة القابلية للإصابة للعائل النباتى بالكائن المستهدف Susceptibility of the host plant وكذلك نوعية العائل النباتى ونوعه Host plant species وكذلك يلعب الصنف النباتى دوراً هاما فى ذلك.
- أما العوامل الغير حيوية التى تؤثر على كفاءة العامل الحيوى فتتضمن المناخ Climate، والتركيب والمحتوى الكيميائى والطبيعى لمنطقة الريزوسفير واختلاف البيئة المحيطة بالكائن تلعب دوراً هاماً فى التأثير على كل كائن حيوى بمفرده والذى يختلف عن غيره فى النشاط الحيوى

- **مميزات استخدام الكائنات الحية فى مجموعات (مخاليط الميكروبات):**

Potential advantages of biocontrol agents applied in combination :

1- العديد من طرق التأثير المختلفة للعديد من الكائنات المستخدمة معا تعمل ضد الكائن المستهدف multiple mode of action.

2- القدرة على التأثير على أكثر من طور من أطوار الحياة للكائن المستهدف.

3- نشاط الكائنات المختلفة والعديدة خلال أوقات مختلفة من موسم النمو.

4- ثبات التأثير فى الحقل تحت الظروف البيئية المختلفة.

5- التأثير على أكثر من كائن مستهدف واحد spectrum of uses.

وتلعب هذه الكائنات دوراً هاما فى الإقلال من إعداد الإناث والبيض وأكياس البيض والأطوار اليرقية وأعداد العقد النيماتودية على الجذور.

وأكثر الأبحاث فى هذا المجال كان ولا يزال على نيماتودا التعقد الجذرى Root-knot nematodes, *Meloidogyne spp.* ومن أهم الكائنات الحية المستخدمة.

The bacterium *Bacillus subtilis and the fungus, Paecilomyces lilacinus.*

وأدى استخدام هذان الكائنان إلى الإقلال من إعداد العقد النيماتودية وزيادة وزن النبات وطوله والإقلال من إعداد الإناث والبيض والأطوار اليرقية– واستخدام هذه الكائنات معا أدى إلى زيادة ملحوظة فى كفاءة النتائج المتحصل عليها عما لو استخدم كل منهما بمفرده واستخدام الكائنات *The bacterium Pasteuria penetrans + Verticillium chlamydosporium*.

معا أدى إلى زيادة التأثير الحادث فى قوة النباتات مع زيادة التأثير الخافض لإعداد النيماتودا والعقد الجذرية وذلك بعكس الاستخدام المنفرد لكل منهما حيث كانت الزيادة فى هذه الحالة أقل من التأثير المشترك لهما معاً. والفطريات الصائدة للنيماتودا Nematode trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* أختبر مع 11 سلالة strain من البكتيريا *Pseudomonas mendocina*.

Enterobacter cloacae.
Bacillus licheniformis.

وذلك ضد نيماتودا *M.mayaguensis* على الطماطم. ثلاثة من التركيبات المشتركة قللت من اعداد الأطوار اليرقية الثانية وعموما التركيبات المشتركة مع

الكائنات الدقيقة لم تختبر كثيراً ضد نيماتودا الحويصلات– والبعض من هذه الاختبارات أثبتت زيادة الكفاءة فى التركيبات الحيوية المشتركة عن التركيبات الفردية.

وفى بعض التركيبات المشتركة كانت النتائج متماثلة مع نتائج استخدام الكائنات الحيوية بمفردها ويوضح ذلك استخدام الفطر *Hirsutella rhossiliensis* مع الفطر *V.chlamydosporium*. فى اختبارات أجريت تحت ظروف الصوبة أدى تطبيق للكائن الحى بمفرده كـ seed coat تغطية للبذور ثم root drench (إضافة إلى الجذور) إلى التقليل من إعداد نيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* على الفلفل وذلك باستخدام البكتيريا *Burkholderia cepacia* والفطر *Trichoderma virens*. وفى حالة استخدام الفطر والبكتيريا بصورة مشتركة كانت النتائج غير جيدة ولم تختلف عن المقارن.

فى بعض التجارب تبين وجود عدم توافق بين الكائنات المستخدمة مع بعضها Incompatibility مما أدى إلى انخفاض تأثيرهما المتجمع على النيماتودا ومن أمثلة هذه الكائنات *Bacillus thuringiensis , Paecilomyces marquandii, Streptomyces Costaricanus and B. Thuringiensis / S. costaricanus*.

حيث كان التأثير المتجمع لهما أضعف من التأثير المنفرد وذلك على نبات الخس وكانت النتائج متشابهة إلى حد كبير وذلك على نيماتودا *Radopholus similis*، *Helicotylenchus multicinctus* فى زراعات الموز.

ولقد وجد أن استخدام الكائنات الحية بنجاح ضد أكثر من مرض أو آفة معينة يزيد من قيمة استخدام الأعداء الحيوية الميكروبية كمجموعة مشتركة Combined microbes واستخدام الكائنين *P.lilacinus*، *Trichoderma harzianum* كمجموعة مشتركة على البابايا Papaya أعطى نتائج أعلى من الاستخدام الفردى لهما حيث كانت الزيادة واضحة فى قوة النباتات والاقلال من أعداد النيماتودا والأقلال من نسب التعقد الجذرى (*M.incognita + Fusarium solani*). وفى دراسة أخرى أدى التأثير المشترك ضد نيماتودا *Heterodera cajani*

Fusarium udum, كمرض مركب *Disease complex* وفطر الذبول إلى نقص واضح لأعداد الحويصلات والإناث وأعراض الذبول انخفضت وذلك بنسبة عالية فى التأثير المشترك للفطر *T.harzianum, V.Chlamydosporium* وذلك على نباتات اللوبيا.

وتحت الظروف البيئية المختلفة قد تنجح مخاليط الكائنات الحية وسلالاتها المختلفة فى بيئة وتفشل فى بيئة أخرى ولنجاح هذه المخاليط يجب أن يكون بينها وبين سلالاتها توافق Compatibility وكذلك يجب دراسة التفاعلات interactions بين هذه السلالات وغيرها فى المخاليط المشتركة Combined biocontrol preparations ويرجع التأثير بين الكائنات المستخدمة للخفض من أعداد الآفات إلى عدة ميكانيكيات وآليات **كالتالى:**

1- Antibiosis.

2- Induced resistance of plants.

3- Competition for resources such as nutrients, and predation / parasitism.

والتأثير المشترك يرجع إلى الميكانزمات والآليات المختلفة للعديد من الكائنات الحيوية داخل الخليط وفى داخل المخاليط المشتركة قد ينشأ تضاد بين الكائنات الحية بداخلها مما يقلل من الكفاءة المنتظرة Decreased management performance ويرجع ذلك إلى Parasitism، antibiosis ويرجع إفراز المضادات الحيوية من بعض الكائنات إلى التأثير السلبى لهذه المضادات على عمليات المكافحة Antibiotic- producing biocontrol bacteria.

فتوجد أنواع من البكتيريا المفرزة للمضادات الحيوية تؤثر بهذه المضادات على أنواع بكتيرية أخرى ومثال ذلك *Pseudomonas fluorescens RSIII* التى ثبطت بواسطة البكتريا *Pseudomanas putida RE8* وذلك عن طريق مركبات سامة فى البيئة Diffusable compound.

كما يلعب عدم التوافق بين السلالات المختلفة للميكروبات دروا كبيراً فى هذا التضاد وعدم أو قلة التأثير وكلما ازداد التوافق بين الكائنات والسلالات المستخدمة كلما كانت النتائج عالية فى تخفيض وإقلال إعداد الآفة المراد مكافحتها.

كما يرجع التضاد بين الكائنات فى المستحضر المشترك والتأثير السيئ بينهما إلى التنافس على المصادر الغذائية المحدودة مثل المواد الغذائية فى منطقة الجذور .

ونتيجة للتنافس والتضاد بين الكائنات الحية فى المخلوط المشترك يؤدى ذلك إلى قلة حجم الأعداد وكذلك قلة وانخفاض النشاط وذلك للتنافس على الغذاء والعناصر الضرورية كما يحدث التنافس بين المخلوط الحيوى وبقية الكائنات الحية الحيوانية والنباتية فى محيط الجذر الحيوى Indigenous microfouna, microflora وبيئة الجذر الحيوية تكون محددة للعناصر الغذائية والعناصر الأخرى مثل الكربون – النيتروجين – الحديد.

It is possible to decrease antagonism between biocontrol ogransism by applying agents that occupy distinct spatial niches.

– الاستنتاج Conclusion :

التربة ذات التأثير الخافض والمقلل للأمراض والآفات تكون نتيجة تأثير العديد من الكائنات الدقيقة – ويرجع التأثير فى بعض الأحيان على وجود نوع أو نوعين من الكائنات الحية ولا يرجع التأثير إلى وجود نوع واحد فقط حيث لا يمثل ذلك التأثير الطبيعى فى التربة الخافضة لمستوى الأمراض والآفات.

والتأثير الناتج عن العديد من الأنواع الميكروبية المختلفة معاً Combinations of disease-suppressive microbes تشابه التأثير الطبيعى للتربة الخافضة بصورتها الطبيعية وما الإضافة إلا محاولة محاكاة للطبيعة حيث أن استخدام نوع حيوى واحد لا يؤدى إلى تلك النتيجة وحيث إن الإضافة بمخاليط من هذه الكائنات الحية المتضادة مع مسببات الأمراض والآفات يوفر بصورة جيدة استراتيجيات مختلفة لمكافحة الأمراض حيوياً.

التعايش بين الأنواع Coexistence فى داخل المجتمعات الميكروبية يعتمد على التوسط بين الآليات المختلفة أكثر من المكانة الغذائية المختلفة لهذه الأنواع مثل Temporal or spatial separation of species.

ولقد بينت دراسات عديدة أن المعاملة المحتوية على مخاليط كائنات حية (أكثر من 2 نوع أو سلالة) بينت أنها قادرة على تحقيق مكافحة ناجحة للعديد من مسببات الأمراض على العديد من الأنواع النباتية - الكفاءة الناتجة من مخاليط السلالات strain combination لا يمكن التنبأ بها عن طريق الأداء الفردى لكل ميكروب كعدو حيوى Individual performance حيث أن السلالات غالباً ما تضاف متحدة مع بعضها بدون اعتبار للتفاعل بين الكائنات الحية – ويجب العمل على التقليل من تأثير التفاعل بين الكائنات الحية وبعضها لتقليل التأثير السئ لذلك والاستفادة من التأثير الإيجابى لإضافة أكثر من عدو حيوى واحد .

ولزيادة الاستخدام التجارى بنجاح commercialization فإن صعوبات الإنتاج ومراقبة الجودة quality control تزداد عندما تكون هناك أكثر من اثنين من الكائنات معاً فى مخلوط واحد حيث يحتاج الأمر إلى مستحضرات خاصة للكائنات العديدة فى مخلوط واحد كما يجب التأكد من العمر المتاح للكائنات Shelf life بصورته النشطة يجب أن يكون موضع الاعتبار والاهتمام ويجب أن يكون مؤكداً وعلى هذا فإن تكاليف الإنتاج ستزداد وتكاليف التسجيل تزداد صعوبة وزيادة ولذلك فإن ما يعوض هذه التكلفة العالية هو زيادة الكفاءة والفائدة الناتجة عن استخدام مخاليط هذه الكائنات عن الاستخدام المفرد لها.

ولا يوجد حتى الآن مخاليط لأنواع ميكروبية حيوية لمكافحة النيماتودا المتطفلة نباتيا يمكن أن تباع تجارياً ويوجد فقط مخاليط حيوية لمكافحة الأمراض الفطرية مثل مخلوط BINAB TF WP فى السويد ويتركب من *T.harzianum and T.polysporum* ومخلوط *T.harzianum+ T.viride* ومخلوط *T. harzianum + T.viride* ويباع فى نيوزيلندا ولنجاح تسويق هذه المركبات وزيادة توزيعها يجب أن

تكون هذه المستحضرات فعالة تحت ظروف درجات حرارة مختلفة وظروف بيئية مختلفة مثل الرطوبة، pH،ونوع التربة وخلافه.

- ويجب دراسة تلك النقط التالية فى المستقبل:

1- مستوى العدوى لكل كائن فى المخلوط.

2- التفاعل بين الأنواع المختلفة indetail.

3- دراسة بيئة الأنواع المستخدمة.

4- دراسة أنسب أنواع المستحضرات ونظام توزيع المخلوط إلى المناطق المصابة وتوصيله إلى مناطق الإصابة Delivery system.

- بعض الأخطاء الشائعة فى عمليات المكافحة الحيوية:

1- لا يتم عادة إعادة عزل الكائن الحيوى المستخدم فى المكافحة من التربة بعد عملية المكافحة لإثبات أنه حى فى التربة ومقيم بها ويمارس أنشطة التكاثر فيها (من عيوب التطبيق للكائنات الحيوية).

2- فى حالة التطبيق الحقلى Field application وجد أن المزارعين لا تحتفظ بمنطقة غير معاملة بالعدو الحيوى check وهو معاملة المقارنة أو الكونترول وذلك للمقارنة بين مناطق التطبيق المستخدم فيها العدو الحيوى وتقدير نسبة المكافحة بالمقارنة بالمناطق الغير معاملة بالكائن الحيوى.

3- إعادة عزل الفطر الحيوى من التربة يحتاج إلى بيئات خاصة للعزل من التربة الغير معقمة وهذه عملية صعبة وتحتاج إلى تدريب واسع كذلك تلك البيئات تحتاج إلى أبحاث معينة.

4- تحتاج المكافحة الميكروبية (بكتيريا وفطر) إلى تكاثر هذه الكائنات وقدرة على البقاء فى التربة ثم تكون مستعمرات حول الجذور Colonizing the rhizosphere وبعد ذلك قد لا يؤدى ذلك إلى نجاح الفطر والبكتيريا فى عمليات المكافحة.

5- وجد أن عدد وحجم العينات المأخوذة بعد المكافحة قد تعطى نتائج مضللة للنتائج المرجوة.

6- العديد من الفطريات المستخدمة فى المكافحة مثل *Paecilomyces lilacinus* تمثل ضرراً على الصحة العامة للإنسان مما يؤدى إلى قلة الاستخدام.

7- الكثير من الفطريات الاختيارية التطفل فى التربة Facultative fungal parasites مثل *V.chlamydosporium*، *P.lilacinus* تحتاج إلى مصدر للطاقة غنى للتغلب على التنافس مع بقية الكائنات الدقيقة فى التربة Soil microflora ولذا يربى الفطر على أرز – قمح – حبوب- نخالة ويضاف للتربة حيث تعمل أيضاً كـــ Soil amendments وقد يكون التأثير المثبط على النيماتودا راجعاً فقط للإضافات التى تضاف إلى التربة كمادة عضوية والتى يربى عليها العدو الحيوى وليس راجعاً للعدو الحيوى ذاته.

8- بعض الكائنات الحية المضادة للنيماتودا تؤثر على النيماتودا كأطوار يرقية أو بيض عن طريق إنتاج مواد Metabolites تؤثر على نمو وتطور الجنين وعلى عملية الفقس وقد تفرز بعض البكتيريا المضادة للنيماتودا مواد سامة Toxins مثل التى تفرز من Entomophilic bacterium والشائع استخدامها *Bacillus thuringiensis*.

وهناك ثلاثة طرق لاستخدام المواد المنتجة السامة والأنزيمات المؤثرة على النيماتودا والتى يمكن استخلاصها أو اشتقاقها من الميكروبات المضادة وهى:

A-إنتاج كمى كبير Mass production لإنتاج مبيدات طبيعية Natural nematicides.

B-اختيار وتحديد السلالات من Nematophagus microorganisms لزيادة إنتاجها واستخدامها.

C- إمكانية نقل الجينات المسئولة عن إنتاج المواد السامة فى الكائنات الحيوية إلى النبات أو إلى الجذور المعرضة للإصابة مثل الجينات المسئولة عن إنتاج Collagenase, chitinase.

9- قد يستخدم الكائن الحيوى المضاد فى التطبيق الحقلى بعد نجاحه فى المعمل ويتغير سلوكه فى التربة الزراعية بعد التطبيق ويفقد قدراته التأثيرية.

ويجب أن يكون الفطر المستخدم له قدرة على المنافسة وله القدرة على استعمار الجذور بسرعة وكفاءة Rhizosphere competent and strong rhizosphere colonizer.

10- طريقة التطبيق قد تؤدى إلى فشل العدو الحيوى فى تثبيت نفسه فى التربة واستعماره للجذور.

11- لا يمكن النظر إلى المكافحة الحيوية على أساس أنها بديلاً للمكافحة الكيميائية أو أنها طريقة سريعة التأثير مثلها أو أنها ذات كفاءة تأثيرية عالية كما في مبيدات النيماتودا الكيميائية ولكن ينظر إليها على أنها أحدى وسائل منظومة المكافحة المتكاملة Integrated pest management.

وهناك العديد من العوامل التى تؤثر على كفاءة استخدام العدد الحيوى:

1- طريقة المكافحة Method of control.

2- النسبة المستخدمة Application rate.

3- عزلة الفطر أو البكتريا Bacterial or a fungal isolate.

4- قوام التربة Soil texture.

5- نوع النيماتودا Nematode species.

6- العائل Plant host.

7- وقت الإصابة بالنيماتودا Time of nematode infection.

8- كثافة النيماتودا Nematode density.

9- التنافس فى منطقة الجذور Rhizosphere competition.

10- درجة حرارة التربة Soil Temperature.

11- درجة تكاثر النيماتودا Rate of nematode reproduction.

– ملاحظات هامة فى طرق تقليل التأثير الضار لمسببات الأمراض النباتية والنيماتودا المتطفلة :

1- Cross- protection with non virulent strains.

2- Application of parasites and pathogens.

3- Stimulation of naturally occurring competition systems e.g. endomycorrhizae.

- The different form of biological control of plant parasitic nematodes have seldom led to commercial production and large scale acceptance of biological control systems by growers.

•عوائق إنتاج عناصر المكافحة الحيوية تجارياً Important notices :

Stabilizing efficacy and development of adaptable formulation technology are major constraints to commercial development.

– المكافحة الحيوية فى الصوب:

تعتبر المكافحة فعالة فى مرحلة الشتلات seedling stage، أثناء المرحلة الأولى لإصابة الجذر Early root infection period. تعتبر المكافحة الحيوية ذات فائدة اقتصادية خصوصاً داخل الصوب الزجاجية والبلاستيكية والأكفاء استخدامها من خلال منظومة المكافحة المتكاملة. **تنجح المكافحة الحيوية داخل الصوب للأسباب التالية:**

1- الصوب تعتبر مناطق معزولة.

2- يمكن عزل الجو العام للصوب من الإصابة بالآفات.

3- كذلك يؤدى العزل إلى منع هجرة الآفات إليها.

4- قلة أنواع الآفات داخل الصوب.

5- يمكن عمل IPM لكل صوبة على حدة.

6- عدم وجود تداخل بين إدارة المكافحة لكل صوبة على الأخرى.

- يمكن استخدام الأعداء الحيوية المقاومة لفعل المبيدات :

Use of insecticide-resistant natural enemy strains:

من الأشياء الهامة فى برامج IPM الاهتمام باستخدام إدارة الطقس لتحسين أداء الأعداء الحيوية أو تقليل تطور الآفة أو المرض.

Improve performance of natural enemies. Decrease development of pests and diseases. Why is development of biological control necessary.

Factors limiting implementation of biological control :

- ما هى العوامل التى تحد من تطبيق المكافحة الحيوية فى الصوب:

1- هناك مواقف يكون تطبيق المكافحة الحيوية غير ضرورى أو مستحيل.

There are situations where the application of biological control is un necessary or impossible.

وذلك لعدة أسباب:

A- قلة مكوث بعض المحاصيل فى التربة (لفترة قصيرة) حيث لا يمكن ذلك من حدوث مكافحة اقتصادية.

B- ارتفاع درجة الحرارة.

2- عوامل يمكن أن تعيق استخدام الأعداء الحيوية.

Factors may hamper use of natural enemies in crops where biological control seems feasible.

- هذه العوامل ترجع إلى:

كمية ونوع الأعداء الطبيعية المستخدمة فى المكافحة. نوع العدو الحيوى المستخدم - كثافته الابتدائية (اللقاح الأولى) يحدد نجاح برنامج المكافحة الحيوية.

Governmental institutions demanding certain standards of performance for insecticides should apply the same standards for natural enemies .

3- هناك عوامل يمكن أن تعيق المكافحة الحيوية.

Biological control may be impeded by a group of various factors.

- ومثال ذلك:

أ- دخول بعض المبيدات سوق العمل بدون تحديد الآثار الضارة الجانبية على الأعداء الحيوية الطبيعية.

ب- دخول النباتات المصابة بالآفات من خلال الاستيراد لا يعطى الفرصة سريعاً لعمل الأعداء الحيوية عليها.

ومن المعلوم علمياً أن ينبغي مضى وانقضاء 10 سنوات على الأقل بين البدء فى الأبحاث والتسويق حتى يمكن التقويم بصورة صحيحة للعدو الطبيعي ولا يمكن حل مشكلة مكافحة الآفات بالأعداء الحيوية أسرع من حلها بالمكافحة الكيميائية.

يجب على البحاث المشتغلين بمجال المكافحة فى الحيوية أن يعلموا جيداً أن العوامل البيئية معقدة ومتشابكة فى مجال أبحاث المكافحة الحيوية عنها فى مجال المكافحة الكيميائية.

يجب ملاحظة أن عملية أطلاق العامل الحيوى Release of natural enemies لا يجب أن تكون سريعة أو مبكرة نتيجة أي ضغط من المجتمع لأن السرعة فى ذلك تؤدى إلي نتائج سلبية حيث تكاليف أبحاث ودراسات المكافحة الحيوية مكلفة Biological control research is expensive.

جميع نتائج وتحليلات وتقييمات التكلفة والفائدة Cost- benefit analyses تبين أن المكافحة الحيوية وبحوثها مكلفة عن المكافحة الكيميائية.

30 : 1 : For Biological control -

5 : 1 : For Chemical control -

- ولا زالت المكافحة الحيوية لا يمكن استخدامها على نطاق واسع Large - scale application وذلك يرجع إلى الإنتاج الصعب لها والتوزيع production distribution.

- عملية إنتاج العدد الحيوى صعبة ومختلفة عن إنتاج مركب كيميائى سام كما أنه يحتاج إلى زمن كبير لإنتاجه والعكس.

  - لتطوير استخدام عدو حيوى يلزم إنفاق 2.000.000 دولار.

  - لتطوير استخدام مبيد كيماوى 50.000.00 دولار.

- Application of commercial biological control is expensive for the grower وقبل البدء في برامج المكافحة الحيوية يجب أن تكون الحكومة متقبلة لموضوع المكافحة المتكاملة كإستراتيجية لمكافحة الآفات.

- ويجب العلم بشدة أن المكافحة الحيوية ليست بديلاً عن المكافحة الكيميائية ولكن هى قوة يمكن أن تطبق بالتعاون مع بقية عناصر المكافحة المتكاملة IPM .

Biological control:

- Most of the natural enemies are employed in integrated pest management programmes with difference in use of pesticides and natural enemies per crop and per country.
- It is helpful for selecting those pesticides which interfere as littles as possible with natural enemy activity.
- **Even if selective insecticides are not available, there are still some alternatives:**

1- Apply chemicals at a time when natural enemies are not seriously harmed.

2- Spray only the most seriously infested zones on individual plants or groups of plants.

- There is an opportunity to broaden the application of biological control lies in the use of pesticide- resistant natural enemy strains.
- Climate management to improve the performance of natural enemies and/ or to decrease development of pests and diseases.
- This procedure can be regarded as a form of biological control.
- Optimizing pre introductory studies so as to increase the predictability of success before introductions are made.
- We should keep in mind that the success ratio (1:100) i.e 1 species out of 100 introduced natural enemies is a good control agent.
- A set of selection criteria to evaluate natural enemies should be considered. The selection criteria are particularly helpful in making a first selection between potentially promising and apparently useless natural enemies.
- **Why is development of biological control necessary?**

1- Risks of chemicals for the environment and human health.

2- Increasing pesticide resistance.

3-Increasing pesticides costs.

4-Difficulties in developing new effective pesticides .

- البكتيريا الإجبارية التطفل كعامل مكافحة حيوية للنيماتودا :

The prokaryotic parasite, *Bacillus penetrans (Pasteuria Penetrans):*

كانت تعتبر فى الماضى كأوليات وأعطيت اسم *Duboscquia penetrans* thorne 1940 وهى بكتريا متطفلة إجبارية للنيماتودا ولها دورة حياة متوافقة للتطفل على النيماتودا النباتية. وتلتصق جراثيم هذه البكتيريا بالكيوتيكل عند الملامسة فى التربة. وبعد ذلك تنبت هذه الجراثيم وتكون أنابيب إنبات تتفرع داخل جسم النيماتودا وتكون مستعمرات فى تجويف الجسم للنيماتودا Pseudocoelem حتى يتم تكون أسبورانجيا تعطى جراثيم تملأ تجويف الجسم (2.1×10^6) جرثومة وجدت فى أنثى

واحدة بعد إصابتها وبعد تحللها تخرج هذه الجراثيم إلى التربة. والجراثيم غير متحركة ولا تحمل شحنات خارجية. ويمكنها الانتشار عن طريق Water percolation وعمليات الحرث. وتعيش هذه البكتيريا فى سائل الجسم Coelomic fluid للنيماتودا خلال نشاطها وتغذيتها على العائل وذلك للإناث التى تتدهور أجهزتها الداخلية ممتلأ بالبيض. ولم يلاحظ إصابات فى الذكور فى التربة. ولهذه البكتيريا سلالات مختلفة فى قدرتها المرضية وعائلها المفضل.

وهذه البكتيريا فعالة جداً فى مكافحة أنواع النيماتودا المختلفة وعلى رأسها نيماتودا التعقد الجذرى والنباتات النامية فى تربة ملوثة بهذه البكتيريا تصبح فى حالة صحية وسليمة واعداد العقد النيماتودية على الجذور قليلة والوزن الخضرى للنبات عالى والثمار عالية الإنتاج، كذلك تصاب النيماتودا *P.scribneri* بشدة بها. كما أن البكتيريا لها قدرة توافقية عالية مع مبيدات النيماتودا الجهازية. كما أنها مقاومة للحرارة والجفاف وهذا يعطى لها ميزة نسبية عالية جداً كمضاد حيوى ناجح وفعال.

- الخلفية التاريخية للبكتيريا الممرضة للنيماتودا :

Historical Background of *Pasteuria penetrans:*

هذه البكتيريا ظلت تكتب فى المراجع لمدة 70 سنة على أنها جراثيم حيوانية Sporozoan ثم سميت باسم *Bacillus penetrans* بواسطة Mankau 1975.

فى عام Sayre and Star 1985 شدا الانتباه إلى حقيقة أن *B.penetrans* تشبه وتماثل الأكتينوميستس actinomycetes المسمى *Pasteuria raosa*.

- Members of pasteuria:

أنواع الـ Pasteuria موجبة لجرام، متفرعة. تكون جراثيم داخلية مع ميسيليوم مقسم – الجراثيم الداخلية غير متحركة – تلتصق بكيوتيكل النيماتودا وتصل أعداد الجراثيم الملتصقة بالكيوتيكل الواحد من 1– عدة مئات وجرثومة واحدة تكون كافية لإصابة النيماتودا. يتضمن الاختراق تكون أنبوبة إنبات تخترق جدار الجسم. بداخل سائل الجسم Pseudocoelom تتكون مستعمرات ابتدائية من أنابيب الإنبات وتشبه هذه المستعمرات تجمعات أزهار القرنبيط. أو على شكل عناقيد عنب طويلة.

المستعمرة الأم ينشأ منها مستعمرات أخرى عن طريق التجزئة ثم تكون عناقيد من الأسبورانجيا Sporangia ... الهيفات الطرفية للميسيليوم تستطيل لتكون الأسبورانجيا وهذه تكون الجراثيم الداخلية وهى مقاومة للجفاف (شكل 157).

هناك أربعة أنواع من جنس Pasteuria يمكن تقسيمها على أساس التفضيل العائلي فى الصفات التطورية والحجم وشكل الأسبورانجيا والجراثيم الداخلية (Sayr and 1989) *Pasteuria ramose* تتطفل على براغيث الماء من جنس Daphnia بينما الأنواع الثلاثة الأخرى متطفلات علي النيماتودا المتطفلة نباتياً *P.penetrans* وعلي جنس *Meloidogyne spp.*، بكتيريا *P.thornei* علي *Pratylenchus spp.*، بكتيريا *P.nishizawae* على *Globodera, Heterodera*. البكتيريا التى تصيب *M.incognita* تسمى فقط *Pasteuria penetrans* وباقى العزلات *Pasteuria spp.* يمكن أن تصاب يرقات النيماتودا بالعديد من عزلات الجراثيم المختلفة لجنس *Pasteruria*.

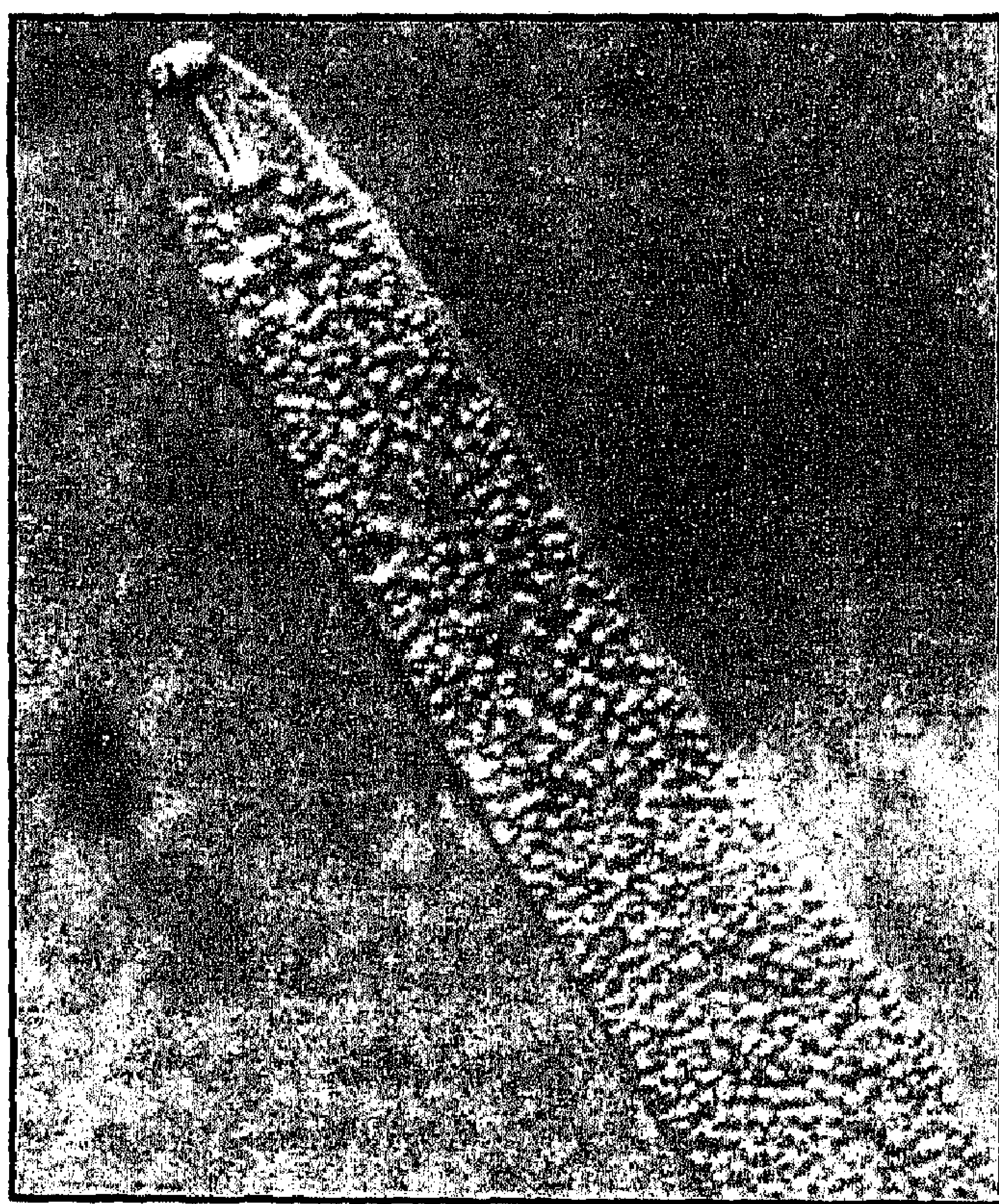
- بيولوجى البكتريا Biology of *Pasteuria penetrans*:

دورة الحياة: أول شئ فى دورة الحياة هو التصاق الجراثيم بكيوتيكل الأطوار اليرقية الثانية لجنس *Meloidogyne* وذلك عند حركة هذه اليرقات في تربة ملوثة بالجراثيم المختلفة للبكتيريا. فى خلال 4-10 يوم تنبت هذه الجراثم ثم تخترق اليرقات العائل النباتي وتبدأ فى التغذية. تخرج أنابيب الإنبات من فتحة مركزية فى الجراثيم (من الطبقة القاعدية لها) وتخترق جسم النيماتودا ويرجع الاختراق إلى أسباب أنزيمية. تدخل أنبوبة الإنبات إلى تجويف الجسم للنيماتودا ثم تتطور إلى مستعمرات صغيرة ذات شكل قرنبيطى Cauliflower-Like microcolony ثم تنشأ مستعمرات صغيرة Daughter colonies. ثم تتكون الأسبورانجيا من الخلايا الطرفية. هذه التفرعات تكون داخل تجويف الجسم وتكون الجراثيم الداخلية endospores التى تخرج إلى خارج الجسم بعد تحلل جذور النباتات وكذلك تحلل الإناث المصابة. تكون الأسبورانجيوم وتطوره يتم فى سبعة مراحل (شكل 158، 159).

- العوائل والتوزيع والانتشار الجغرافى للبكتيريا :

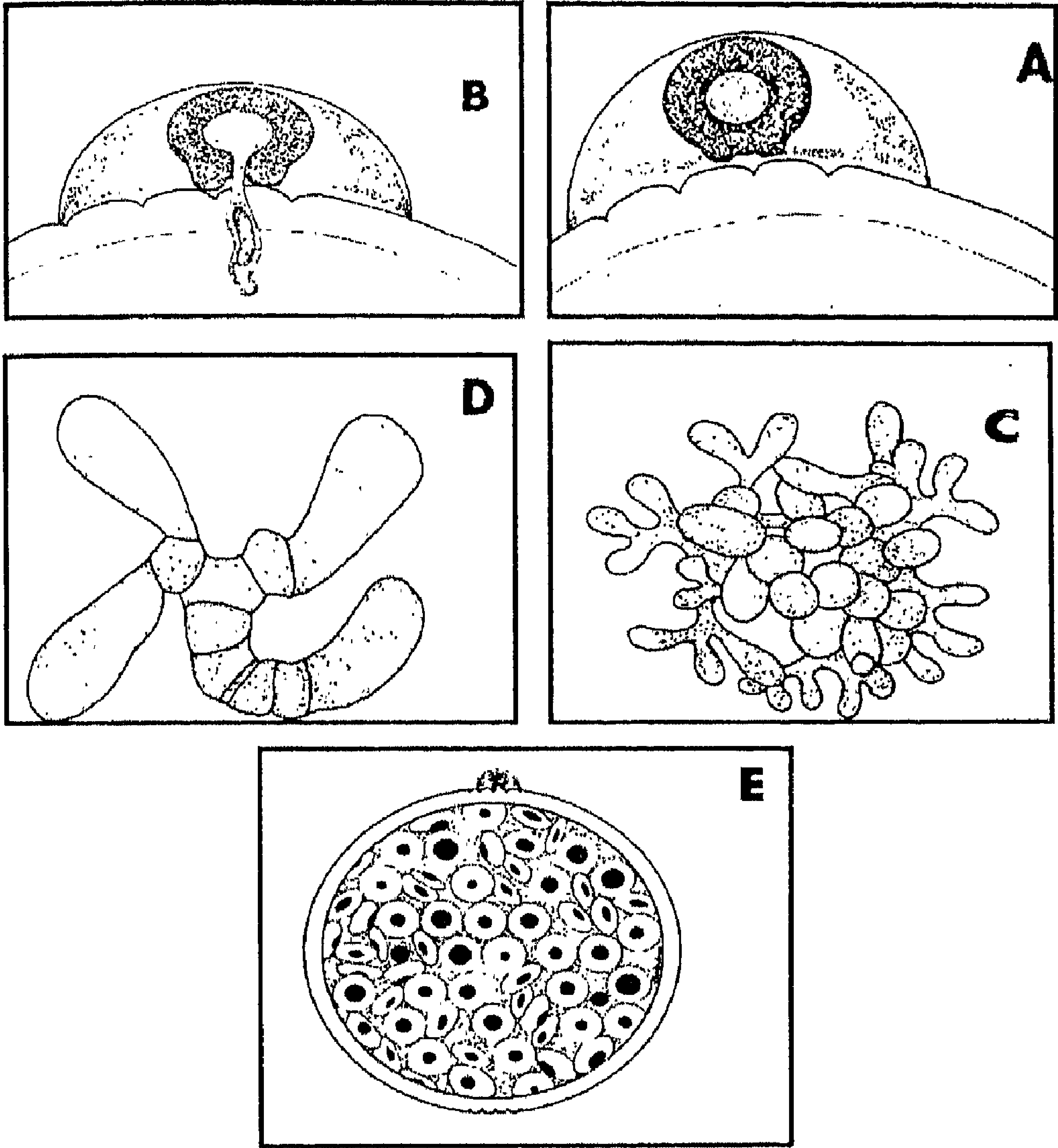
Host records and geographical distribution of Pasteurian -Like Organisms

169 نوع من النيماتودا يتبع 96 جنس تصاب بها فى 51 بلد فى خمس قارات وكثير من الجزر والأطلنطى والهادى والمحيط الهندى، بالإضافة إلى ذلك ثم إضافة 20 جنس، 127 نوع، 29 بلد جديدة والعوائل الجديدة تشمل نيماتودا حرة - مفترسات - نيماتودا ممرضة للحشرات Entomopathogenic nematode (*Steinernema glaseri*).



صورة مكبرة فوتوغرافياً لاحدى النيماتودا المتطفلة نباتياً وجميع الجسم ممتلأ بجراثيم البكتيريا المرضية لها من جنس ***Pasteuria spp.***

شكل رقم (157)



دورة حياة البكتيريا الممرضة للنيماتودا *Pasteuria penetrans*

A-جرثومة ملتصقة بكيوتيكل النيماتودا.

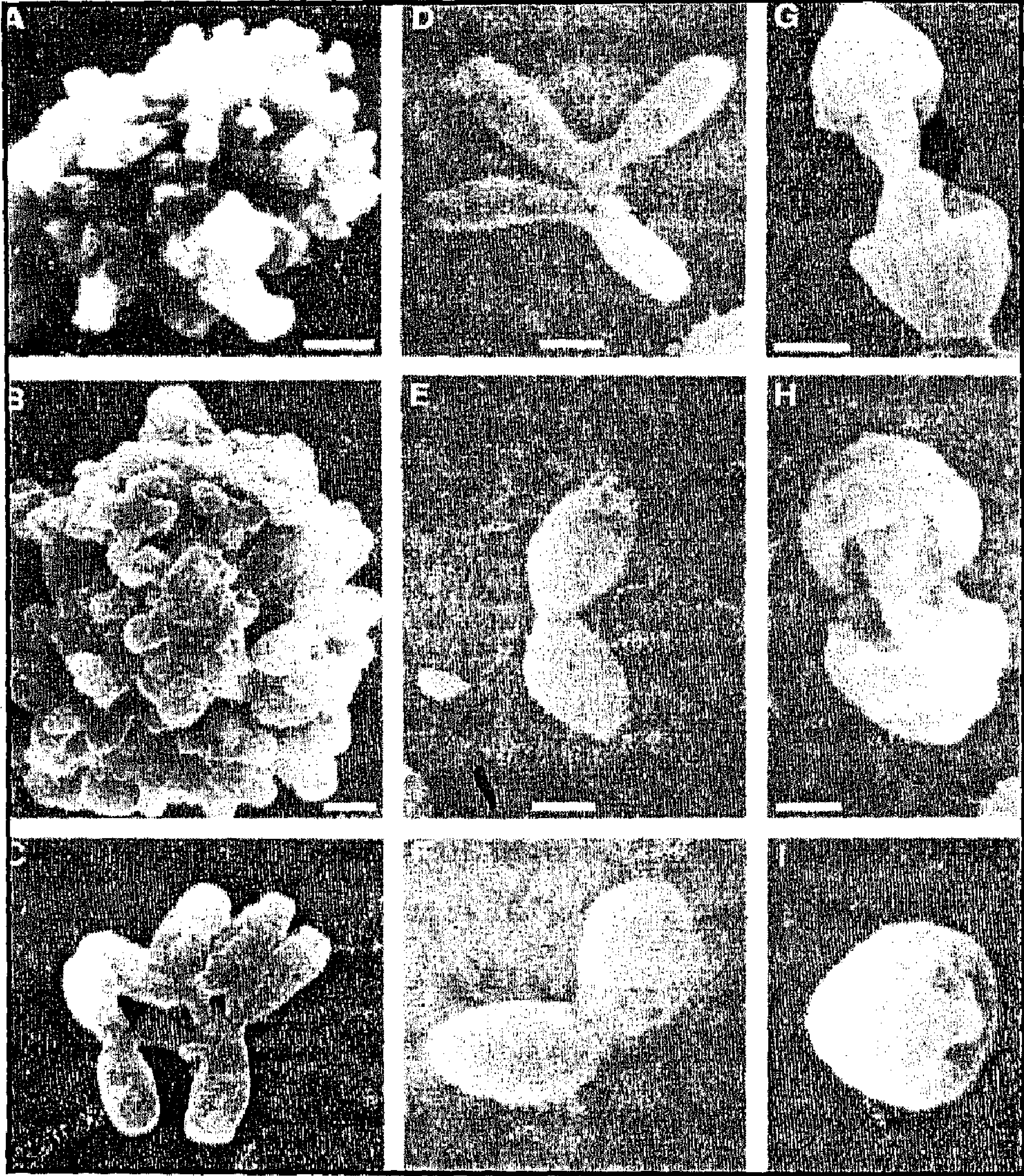
B-إنبات الجرثومة.

C-النمو الخضرى للجرثومة.

D-التجرثم.

E-قطاع عرض يبين إنتاج الجراثيم البكتيرية داخل جسم النيماتودا.

شكل رقم (158)



صورة بالميكروسكوب الالكترونى توضح المراحل التطورية للبكتيريا ***P.penetrans*** المتطفلة على النيماتودا.

A– مرحلة مبكرة للطور الخضرى لمستعمرة ميسيليومية **mycelial colony**.

B– مرحلة متأخرة من المستعمرة الميسليومية ويبدو الشكل غير منتظم ومتضخم.

C– تفرعات الميسيليوم بعد تكسيرها وانفصالها عن الأم.

D– كبر حجم الميسيليوم المتفرع وتجزئته إلى أقسام صغيرة.

E– تطور مبكر للأسبورانجيوم ويظهر التضاعف فى الصورة.

F– ازدياد حجم الأسبورانجيوم.

G– تطور الجراثيم داخل الأسبورانجيوم.

H– بداية انفصال الأسبورانجيوم البالغة.

I– أسبورانجيوم بالغ بداخله الجراثيم.

شكل رقم (159)

-إلتصاق الجراثيم والتفضيل العائلى :

Endospores attachment and host preference :

قد يلعب البروتين الذى على جسم النيماتودا وكذلك الجراثيم الداخلية دوراً فى عملية التفضيل العائلى. ولقد سجل أن Wheat-germ agglutinin يثبط التصاق الجراثيم بالنيماتودا. كما بينت بعض الدراسات أن Carbohydrate- Protein mechanisms تدخل فى عملية التصاق الجراثيم بجسم النيماتودا.

– إيكولوجيا البكتيريا Ecology of Pasteuria penetrans:

- الحرارة **mesophilic**:- الحرارة المثلى للنمو 28-35°م وأقل درجة لتطور البكتيريا 17°م. قد لا توجد البكتيريا فى مناطق تقل درجة الحرارة بها عن 10°م والاحتياجات الحرارية تختلف باختلاف العزلات لأن العزلات تنتشر بانتشار دول العالم Cosmopolitan distribution وكمثال لذلك فإن عزلة الهند من البكتيريا التى تصيب جنس *M .incognita, Heterodera spp.* تكمل دورة الحياة على نيماتودا التعقد فى 49 يوم على درجة 10م – 17°م. على النقيض من ذلك عزلتان من البكتيريا تتطور سريعاً على درجة 30°، 35°م عن درجة 25°م أو أقل. معدل التصاق جراثيم البكتيريا بالأطوار اليرقية يزيد بزيادة درجة الحرارة 30°م ويصل إلى الضعف عند درجة حرارة 27°م بالمقابل لدرجة 18°م ولكن كان أكثر معدل التصاق كان على درجة 30°م ولكن بعد هذه الدرجة تقل معدلات الالتصاق وتلعب دورة الحرارة دوراً فى إنبات جراثيم كيوتيكل النيماتودا وتقل القدرة اللازمة للإنبات على درجة الحرارة العالية حتى 30°م. كذلك تزداد درجة الإصابة بزيادة الحرارة ودرجات الحرارة المنخفضة تجعل الإناث المصابة تكون بيضها قبل تطور البكتيريا بداخلها.

وكلما زادت درجة الحرارة التى تنمو عليها البكتيريا كلما زادت أعداد البكتيريا المتكونة داخل المجموع الجذرى ويصل العدد إلى 12.5، 14.7، 115، 113 مليون على درجات حرارة 20، 25، 30، 35.

- **الرطوبة Moisture :** قليل ما هو معروف عنها. ومن المعروف أن الجراثيم تقاوم الجفاف فى التربة وحيث أن البكتيريا غير متحركة فتعتمد الإصابة على حركة النيماتودا فى التربة وهي تعتمد على الرطوبة وبالتالي هناك علاقة بين الرطوبة ومعدل حركة النيماتودا وبالتالى معدل التصاق الجراثيم. ترطيب التربة الجافة المحتوية على جراثيم البكتيريا قبل الإصابة تؤدى إلى زيادة أعداد الجراثيم الملتصقة. وتعيش البكتيريا عدة أسابيع في تربة جافة، رطبة بدون فقد قدرتها على الالتصاق وارتفاع درجات الرطوبة يقلل من تطور البكتيريا.

- **قوام التربة Soil texture:** تظهر هذه البكتيريا بكثرة فى التربة الرملية والرملية الطميية عن الطميية الرملية والطينية. وتلائم التربة الرملية التصاق الجراثيم لنيماتودا التعقد الجذرى. فى التربة الرملية 92% رمل تسمح للجراثيم بالانتشار مع حركة المياه Percolating water.

- **درجة الحموضة pH:** يكون التصاق الجراثيم عالى على درجة حموضة 9 ويقلل بقلة درجة pH ويكون كثيراً على درجة 7 عن 4 فى ماء الحنفية وأقل على 7 عن 4 فى الماء المقطر. وتلعب مياه الصنبور دوراً فى زيادة معدل الالتصاق.

وتحمل السطوح الخارجية للجراثيم شحنات سالبة كذلك يحمل كيوتيكل النيماتودا شحنات سالبة وهذا يؤدى إلى إعاقة الالتصاق.

- **البقاء Survival:** تستطيع البكتيريا أن تخفض أعداد نيماتودا *M.arenaria* إذا بدأت العدوى بأعداد جراثيم قليلة فى خلال ثلاث سنوات وتخفضها بشدة خلال أربع سنوات. وتستطيع البكتيريا أن تعمل لمدة 10 سنوات على الفول السودانى.

ومعملياً ثبت أن جراثيم البكتيريا تستطيع مقاومة الكيماويات والظروف البيئية ويمكن أن تخزن لمدة 6 سنوات بدون فقد الحيوية على الالتصاق وسجلت أحدى عشر عاماً فى أبحاث أخرى. ولكن أقل من البكتيريا الحديثة. وجد أن القدرة على الالتصاق لم تتأثر بالتخزين Storage.

تسخين الجراثيم على درجة 100°م لمدة خمس دقائق أدى إلى تخفيض القدرة على الإصابة ولكن لا تؤثر على الالتصاق.

والجراثيم البكتيرية تقاوم فعل الجفاف desiccation ويحدث التصاق الجراثيم على درجة حتى 80°م.

وترجع مقاومة الجراثيم للكيماويات إلى عدم نفاذية Impermeability الغشاء البروتوبلازمى للجراثيم.

- **الأعداء الحيوية Natural enemies:** قد تلعب العوامل الحية دوراً Biotic factors. بعض أنواع البكتيريا السالبة لجرام ملتصقة بجراثيم بكتيريا Pasteuria penetrans. هناك تشابه بين البكتيريا *B.subtilis, P.penetrans* وبالتالى يمكن أن تتشابه مفترساتها.

- البكتيريا كعدو حيوى Psteuria penetrans as a biological control agent:

هى بكتيريا واعدة جداً ضد النيماتودا المتطفلة نباتياً وخصوصاً نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne spp.* ولقد سجل تأثيرها على الحمص، الخيار، الباذنجان، العنب، الكيوى، الباميا، الفول السودانى، الفلفل، وفول الصويا، الدخان، الطماطم، القمح.

وعلى نيماتودا *H. avenae, Belonolaimus longicaudatus, Xiphinema diversicaudatum, H.cajani, H.zeae* وتؤثر البكتيريا على أجناس مختلفة فى نفس الوقت Cross-generic suppression وتأخذ البكتيريا ثلاثة أعوام متتالية كى تصل إلى تحقيق درجات عالية فى مكافحة النيماتودا شكل (160-162).

- طريقة التأثير Mode of action:

1- تقلل من أعداد الطور اليرقى الثانى لنيماتودا التعقد الجذرى.

2- تقلل من أعداد الإناث فى الجذور - كمية وضع البيض fecundity.

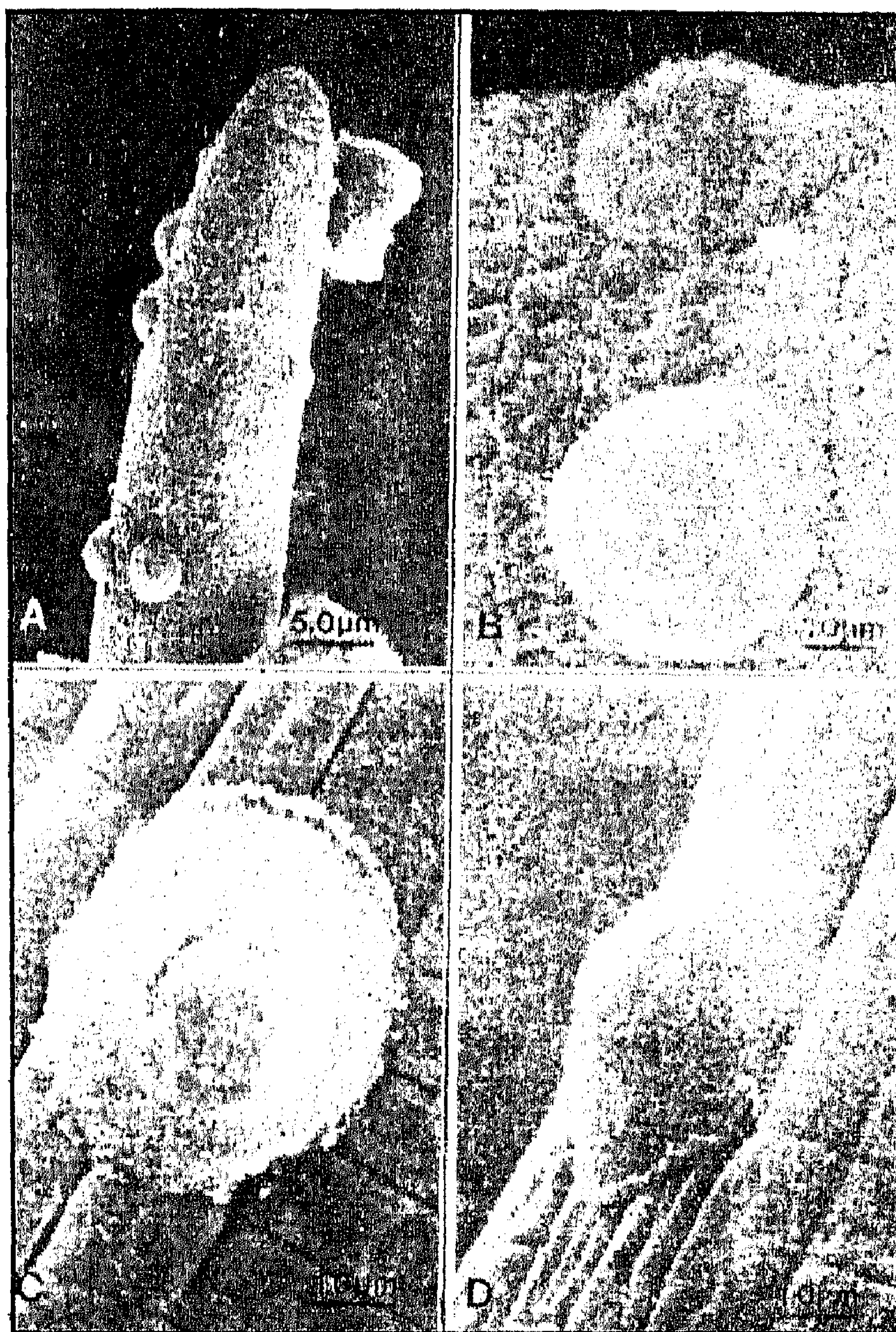


أعداد هائلة من جراثيم البكتيريا الممرضة للنيماتودا من جنس *Pasteuria sp.* بعد خروجها من جسم أنثى نيماتودا التقرح *Pratylenchus scribneri* وتمزق الكيوتيكل



صورة بالميكروسكوب الالكترونى لجراثيم البكتيريا الممرضة *Pasteuria* ملتصقة على جدار جسم أحدى يرقات العمر الثانى لنيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne incognita*

شكل رقم (160)



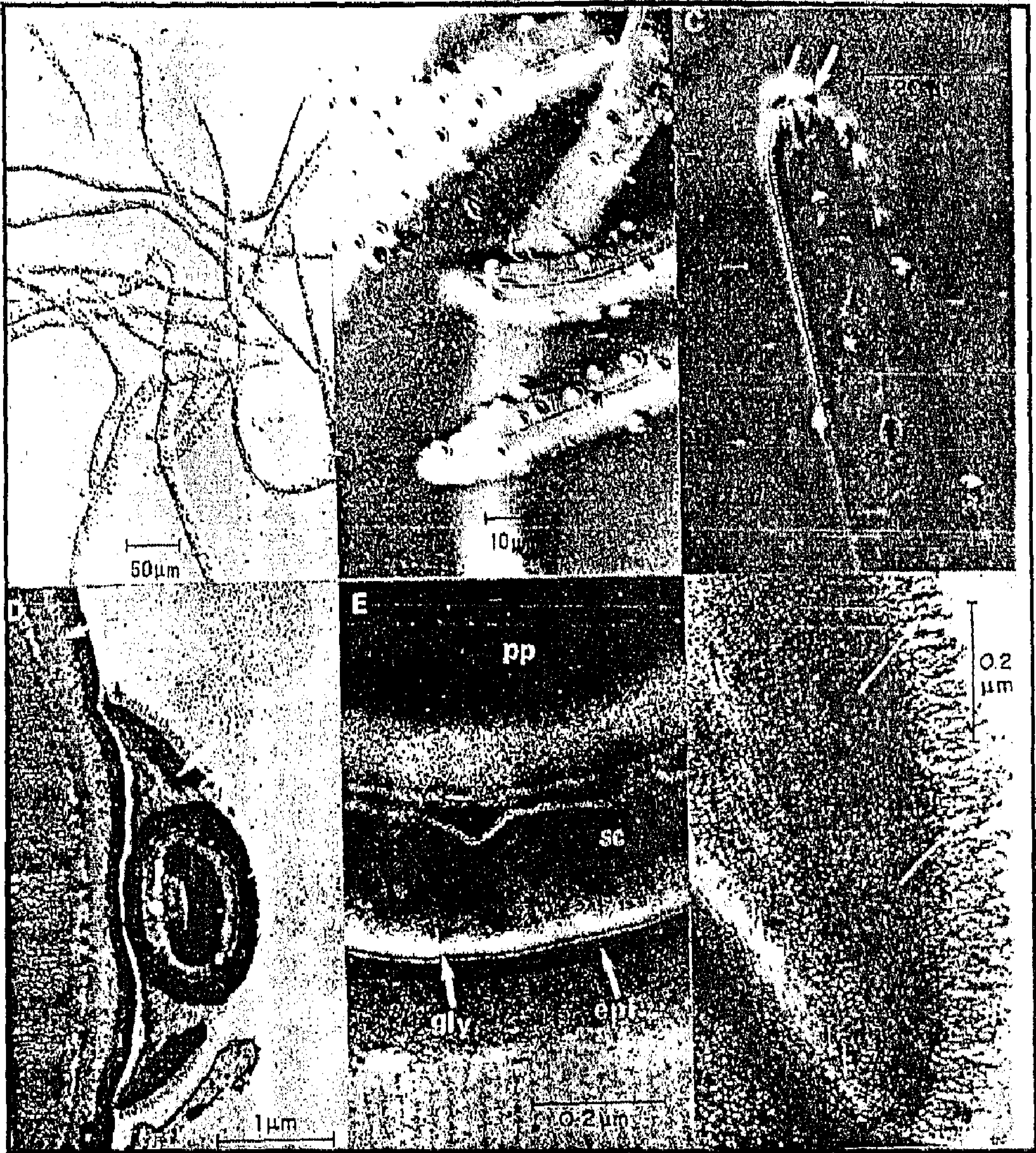
الطور اليرقي الثاني لنيماتودا حويصلات فول الصويا *Heterodera glycines* وهى محملة من الخارج بجراثيم البكتريا من جنس *Pasteuria spp.*

A- الجزء الأمامي لليرقة مصاب بالبكتريا.

B- تكبير لجرثوماتان بكتيريتان ملتصقتان باليرقة النيماتودية .

C, D - منظر رأسى وجانبي لجرثومة بكتيرية ملتصقة بيرقة نيماتودية.

شكل رقم (161)



صور ليرقات نيماتودا التعقد الجذرى *M.javanica* مصابة بشدة بالبكتيريا
Pasteuria penetrans

A- تجمع ليرقات نيماتودا تعقد جذرى مصابة بشدة بالبكتيريا على الكيوتيكل .

B- تكبير للجراثيم البكتيرية على كيوتيكل النيماتودا.

C- جراثيم تغطى الفتحات الامفيدية (سهام) .

D- صورة بالميكروسكوب الالكترونى لمقطع خلال التصاق جرثومة بالكيوتيكل .

F -E- مقاطع فى النيماتودا والجراثيم ومتعلقاتها.

شكل رقم (162)

3–تقلل من أعداد الطور اليرقى الثانى فى التربة – وإعداد البيض على الجذور.

4– تقلل حركة وانتقال الطور اليرقى فى التربة. تقلل من قدرة اليرقات على تحديد أماكن جذور العائل وذلك عندما تكون اليرقات محملة بالجراثيم Encumbered.

– نتائج دراسة تأثير البكتيريا *Pasteuria penetrans* على مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً على المحاصيل المختلفة(1972–1997):

أثبتت دراسات العديد والكثير من الباحثين أن استخدام البكتيريا الممرضة للنيماتودا كان استخداما فعالاً وكانت النتائج المتحصل عليها من تجاربهم ملموسة ومشجعة للغاية **وفيما يلى سرد لأهم هذه النتائج:**

- زيادة المحصول فى القطع التجريبية Field plots نتيجة استخدام البكتيريا على الدخان وفول الصويا ضد نيماتودا *M.incognita*.

- تثبيط اختراق جذور الطماطم بالأطوار اليرقية الثانية فى تجارب الصوب ضد *M.incognita*.

- زيادة نسبة المكافحة لنيماتودا *M.incognita*، على الطماطم ، الدخان، فول الصويا والفلفل عند استخدام معاملات مركبة من البكتيريا وفطر *Paecilomyces lilacinus* فى القطع التجريبية بالمقارنة للمعاملات الفردية لكل منهم.

- باستخدام تربة من بساتين عنب محملة بجراثيم البكتيريا كان لها تأثير مثبط على أكياس البيض المنتجة على جذور الطماطم ضد نيماتودا *M. javanica,* *M.incognita*.

- عند إضافة جراثيم البكتيريا *endospores* إلى التربة بمعدل من 1–15 جرثومة لكل يرقة عمر يرقى ثانى J2 يتحصل على نسبة مكافحة من 82–93% ضد *M.incognita* على الطماطم.

- عند إضافة 9000 جرثومة بكتيرية لكل جم تربة انخفضت أكياس البيض بنسبة 66% فى القصارى المعاملة، ضد *M.incognita* على الطماطم.

- إضافة البكتيريا قللت من حركة الأطوار اليرقية الثانية واعداد الإناث فى الجذور على الطماطم *M.incognita*

- إضافة المبيدات الجهازية مثل Carbofuran إلى الجراثيم البكتيرية يؤدى إلى زيادة نسبة مكافحة *M.incognita* على الطماطم (أعداد العقد النيماتودية. زيادة المحصول) فى تجارب الأصص.

- **إضافة الفطر** *P.lilacinus* إلى البكتيريا *Bacillus subtilis* قلل من إعداد العقد وأدت إلى زيادة أطوال وأوزان المجموع الخضرى على الباميا ضد *M.incognita*.

- استخدام البكتيريا مع الفطر *Verticillium chlamydosporium* يؤدى إلى زيادة نسبة مكافحة نيماتودا *M.incognita* على الطماطم فى الأصص بنسبة 92%.

- انخفاض نسبة تكاثر نيماتودا *M.incognita* على الطماطم بنسبة 97% عند إضافة جراثيم البكتيريا.

- إضافة البكتيريا على عمق 2.5سم فى التربة كان أكثر كفاءة وفعالية عن الإضافة على سطح التربة وعلى عمق 5سم ضد *M.incognita* على الطماطم.

- ظهرت فعالية إضافة البكتيريا إلى تربة ملوثة بنيماتودا *B.longicaudatus* على *Bermudagrass* بعد سنة عنه بعد 6 شهور فى تجارب الصوب.

- عند إضافة 40 جرثومة بكتيرية لكل J2 قلت أعداد اليرقات المخترقة واعداد الحويصلات وأعداد اليرقات فى التربة بنسبة 87، 99% ضد نيماتودا *H.zeae, H.avenae*.
- فى تجارب الأصص تم القضاء نهائياً على نيماتودا *Meloidogyne spp.* المصابة بالجراثيم فى خلال 4–5 أجيال.
- انخفاض نسبة نيماتودا *M.arenaria* على الطماطم نتيجة استخدام الجراثيم البكتيرية.
- مستوى **10.000** جرثومة بكتيرية يكون فعالاً لكل جرام تربة فى مكافحة ***M.arenaria*** **على** الفول السودانى ويزيد من المحصول ويقلل من نسبة الإصابة.
- إضافة مبيد الأوكساميل Oxamyl إلى البكتيريا يقلل من أعداد النيماتودا وانخفاض الكثافة العددية لها.
- استخدام المكافحة المتكاملة باستخدام الجراثيم البكتيرية + *Soil solarization* + مبيد *Oxamyl* على الطماطم والخيار ضد *M.javanica, M.incognita* كان ناجحاً.
- تحققت نسبة مكافحة عالية لنيماتودا *M.javanica* على الطماطم والعنب باستخدام الجراثيم البكترية.
- إضافة مبيد الالديكاربAldicarb إلى الجراثيم البكتيرية يزيد من نسبة المكافحة.
- إضافة البكتيريا إلى Oil Cakes يزيد من الفعالية وانخفاض نسبة الإصابة بنيماتودا *M.javanica* على الطماطم.
- استخدام Soil solarization يزيد من نسب الإصابة بالبكتيريا لمدة 10 أشهر.
- انخفاض نسب العقد على الحمص Chickpea ضد *M.javanica* باستخدام البكتيريا بنسبة 81% ، 58% فى تجربتين فى الصوب الزراعية.

- هناك علاقة Density – dependent بين *P.penetrans* *M.javanica.* على الطماطم، *Xiphinema diversicaudatum* مع البكتيريا.

- العجـسليات Tardigrades:

وهى حيوانات صغيرة 1 مم فى الطول وشكلها بيضاوى ولها أربعة أزواج من الأرجل مزودة بمخالب ولها 2 رمح للتغذية وتسمى Water bears لثقل حركتها ويمكنها التغذية بالافتراس على النيماتودا المتطفلة. ومن أمثلتها *Hypsibius myrops* (شكل 163، 164).

- الديدان المفلطحة Turbellarians:

وهى ديدان مفلطحة صغيرة الحجم مفترسات تتغذى على rotifers، النيماتودا، diatoms والحيوانات الصغيرة الحجم الميكروسكوبية ويمكنها افتراس يرقات النيماتودا المتطفلة. ومن أمثلتها *Adenoplea spp.*

- الكولمبولا والحلم Collembola and Mites:

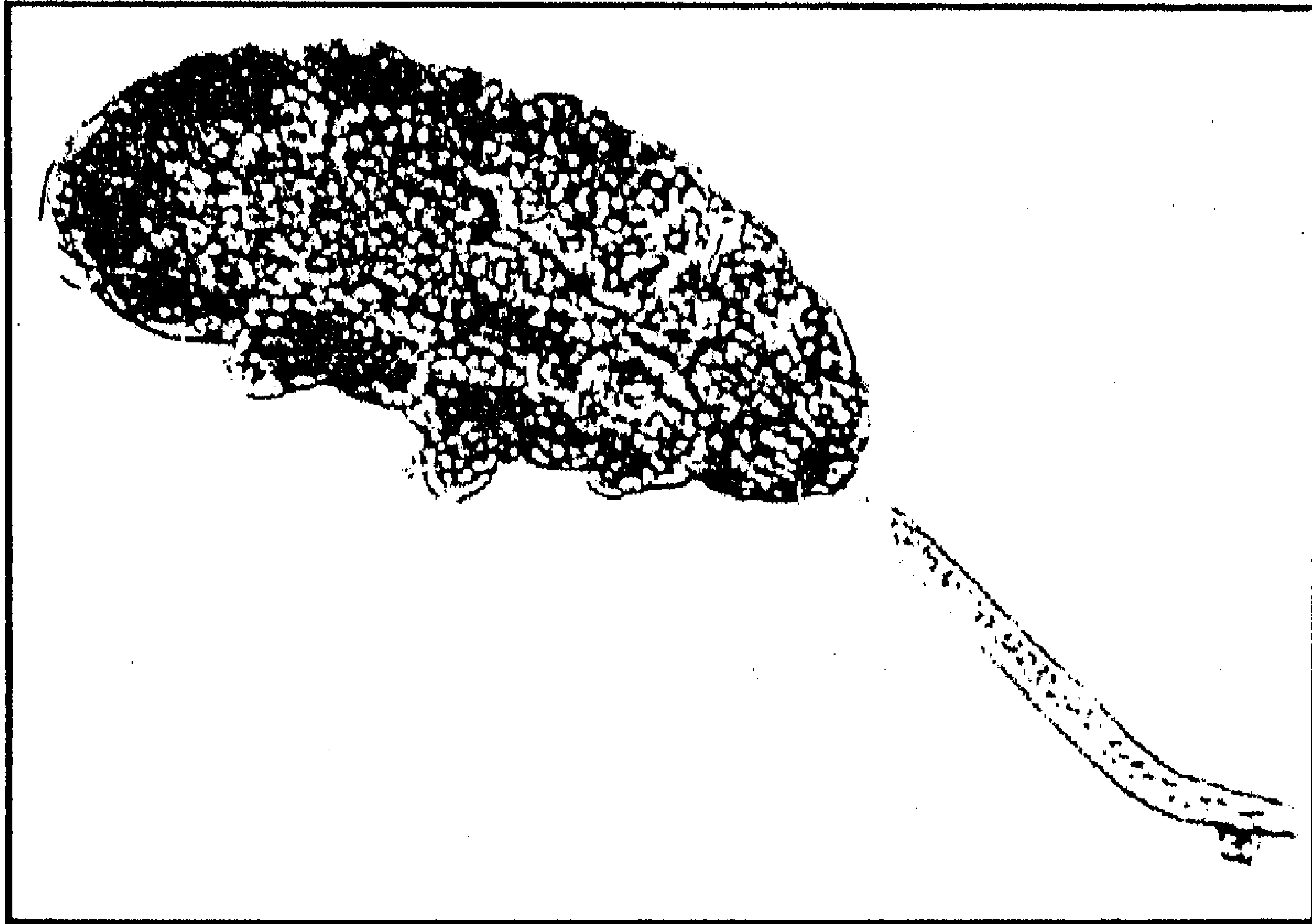
وتنتشر الكولمبولا فى التربة حيث تكثر المادة العضوية وتتغذى الكولمبولا على النيماتودا بسرعة شديدة **ومن أهم أنواعها:**

Isotoma, Onychiurus armatus, Folsomia sp., isotoma notabilis.

ويعتبر النوع *Onychiurus armatus* أكثر شراهة لافتراس *Heterodera cruciferae* ويمكنها أيضاً التغذية على حويصلات هذه النيماتودا، ولكن بالنسبة للديدان اليرقية فإنها لا تأكلها كلها (شكل 165، 166).

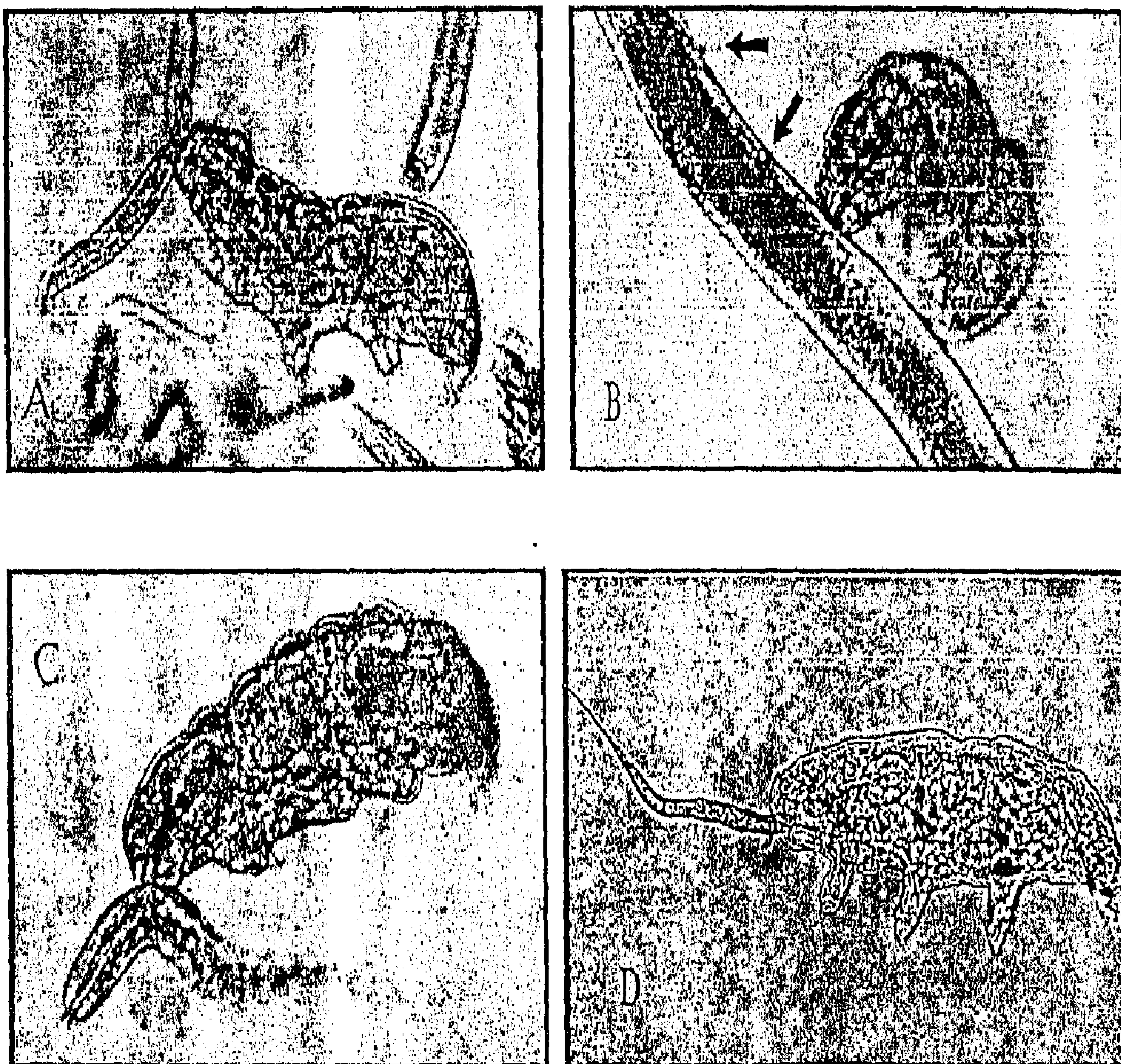


صورة توضح احدى العجليات التى تعيش فى التربة *Tardigrades*



صورة توضح يرقة من جنس *Trichodorus* ممسوكة ومصادة بواسطة العجليات

شكل رقم (163)



العجليات *Macrobiotus sp.*

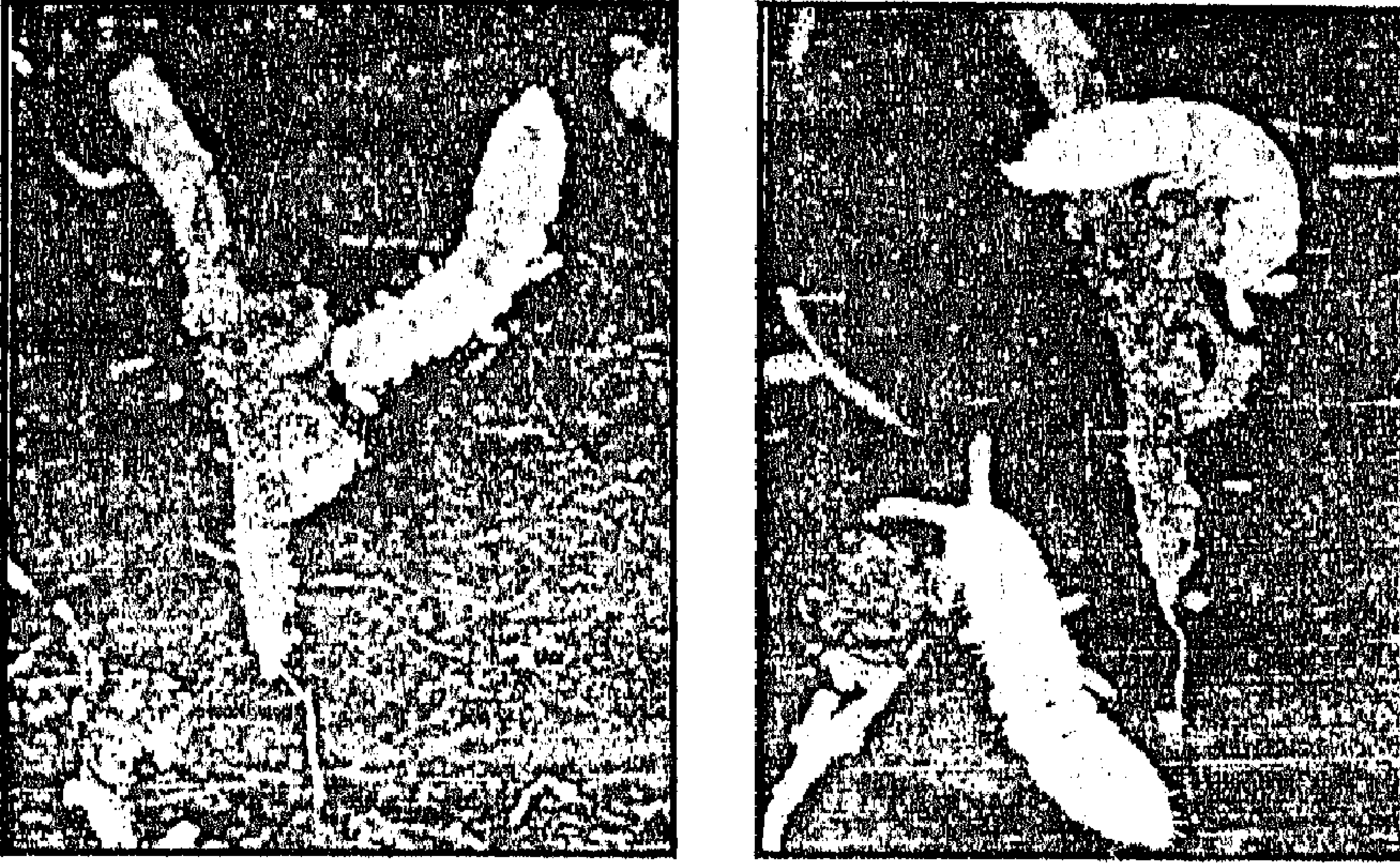
A–أحدى العجليات مهاجمة للنيماتودا فى الوسط.

B–أماكن مهاجمة العجليات للنيماتودا كما تظهر على جدار الجسم.

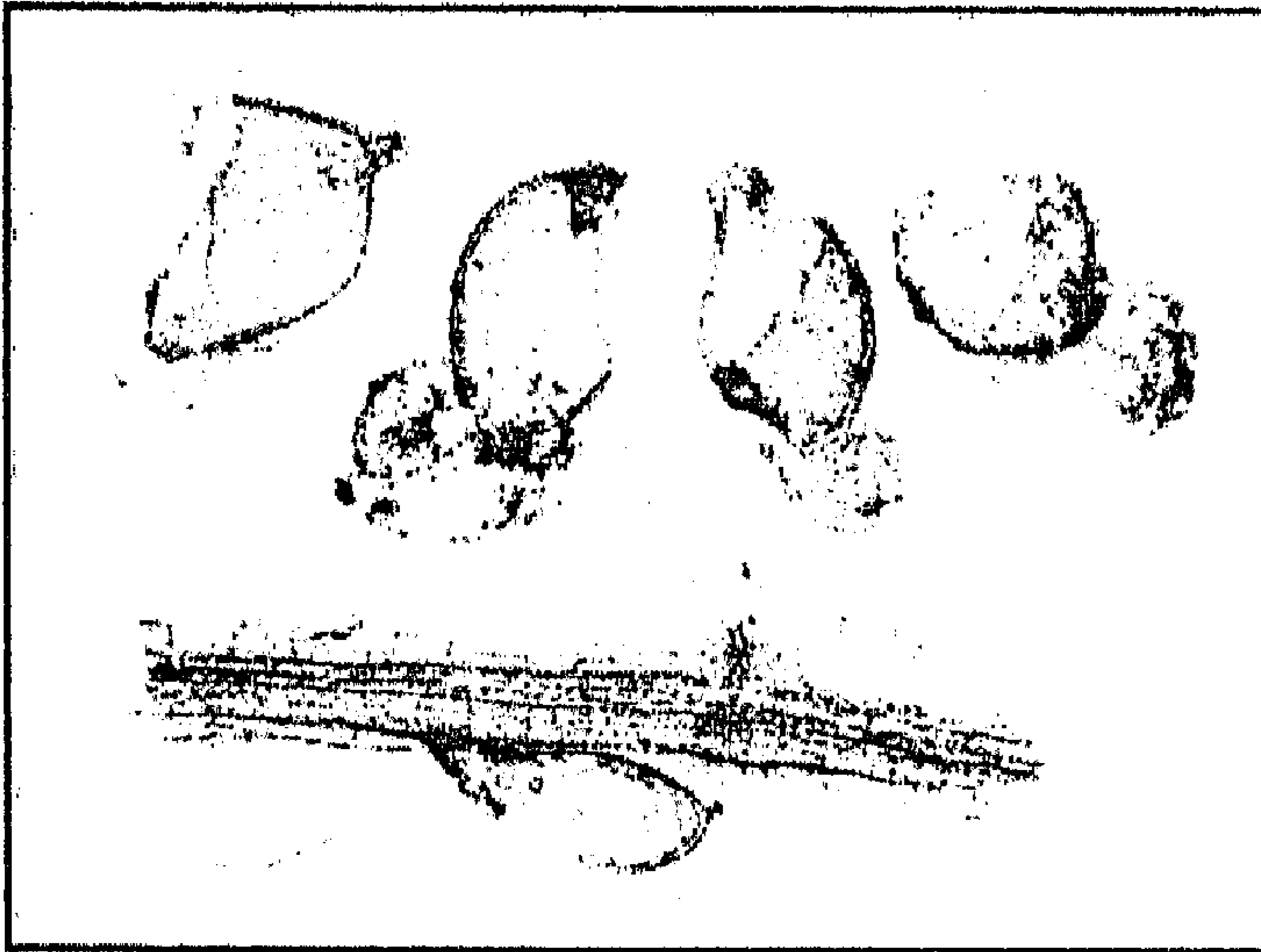
C–تفريغ محتويات النيماتودا عن طريق التغذية.

D–أحدى اليرقات النيماتودية وهى تبتلع داخل فم العجليات.

شكل رقم (164)

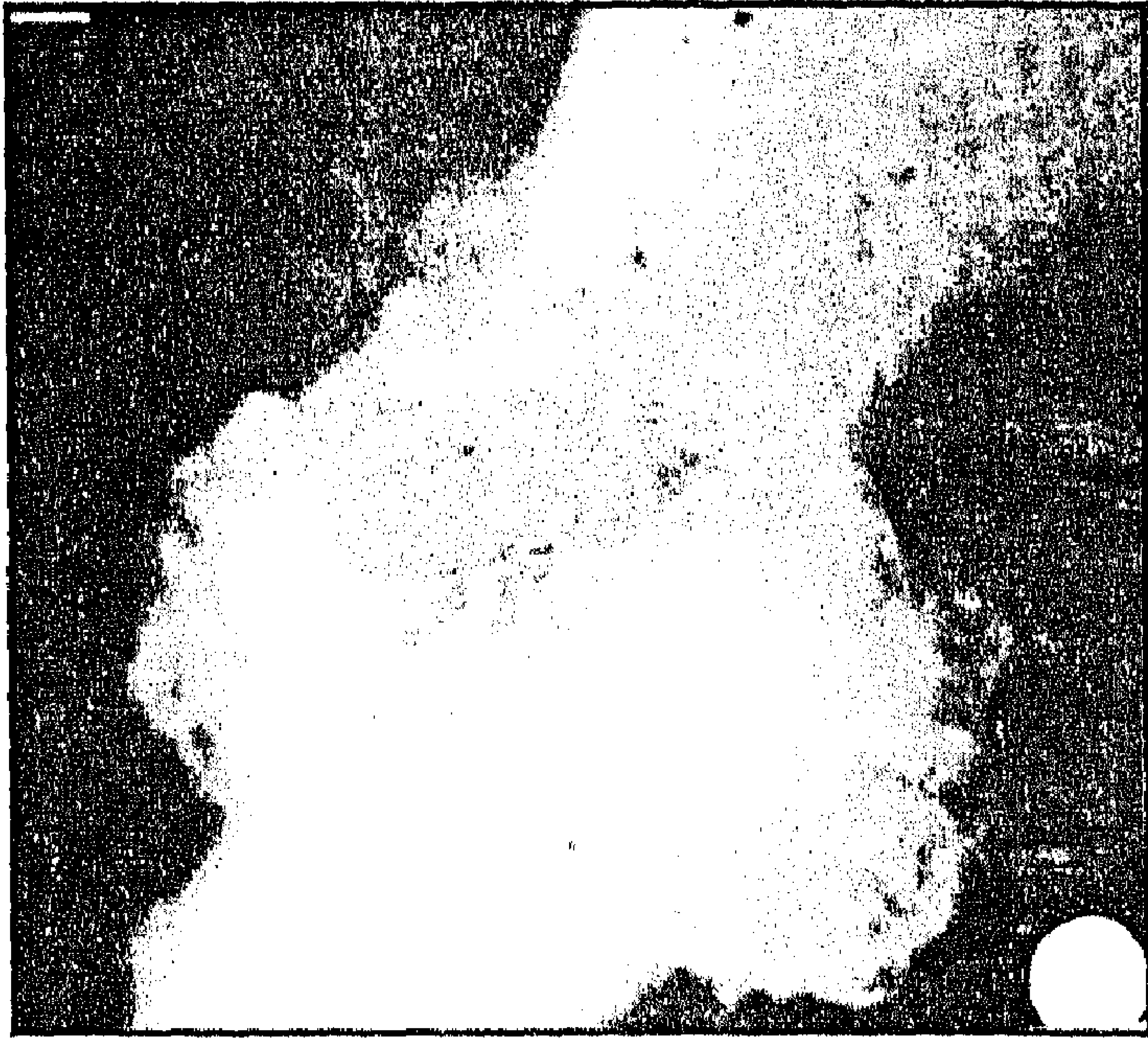


كولمبولا *Onychiurus armatus* تتغذى على انثى بالغة من نيماتودا حويصلات النباتات الصليبية *Heterodera cruciferae* ويرى فى الصورة ان الحويصلات البنية للنيماتودا مفتوحة وتمت التغذية عليها بواسطة الكولمبولا.



صورة توضح حويصلات نيماتودا *H.cruciferae* بعد التغذية على محتوياتها بواسطة الكولمبولا *O.armatus*.

شكل (165)



صورة توضح تغذية الأكاروس *Hypoaspis nr. Aculeifer* على كيس بيض نيماتودا التعقد الجذرى *M.chitwoodi* على جذور نبات طماطم.
شكل رقم (166)

كما أن التربة تحتوى على العديد من الحلم المفترس للنيماتودا المتطفلة. وأهم الأجناس *Macrocheles sp.*

الحلم المفترس *Lasioseius scapulatus* من Mesostigmata, Ascidae يتغذى بشراهة على أنواع مختلفة من النيماتودا وله دورة حياة سريعة 8-10 يوم ويتكاثر لا جنسياً. وهذا الحلم لا يتكاثر إذا غذى على البكتيريا أو الفطريات.

وينتشر الحلم ومفصليات الأرجل الصغيرة فى الطبقات السطحية وحيث المادة العضوية وكذلك المسافات البيئية الواسعة التى تتيح حرية الحركة للأفراد. والحلم له قدرة عالية على التغذية على كميات كبيرة من النيماتودا Biomass وله قدرة عالية على البحث.

- Enchytraeids:

وهى من العوامل الحيوية المضادة للنيماتودا. ويمكنها إفراز افرازات لهضم النيماتودا قبل امتصاصها.

- الأوليات المفترسة Predacious protozoa:

كثير من الأميبا شوهدت مفترسة ليرقات نيماتودا حويصلات البطاطس وأنواع أخرى. وفيه الأميبا تلتصق برأس أو ذيل النيماتودا ثم تبتلعها فى خلال 20 دقيقة – 2 ساعة.

ومن أنواعها *Urostyla sp.* التى يتغذى بافتراس النيماتودا التى فى بعض الإصابة تنجح فى الهرب منها. شوهدت أنواع من الأميبا مفترسة لأنواع نيماتودية مثل *Thecamoeba* فى فلوريدا (شكل 167، 168).

كذلك النوع *Theratromyxa weberi* يفترس الأنواع التالية:

Aphelenchus avenae

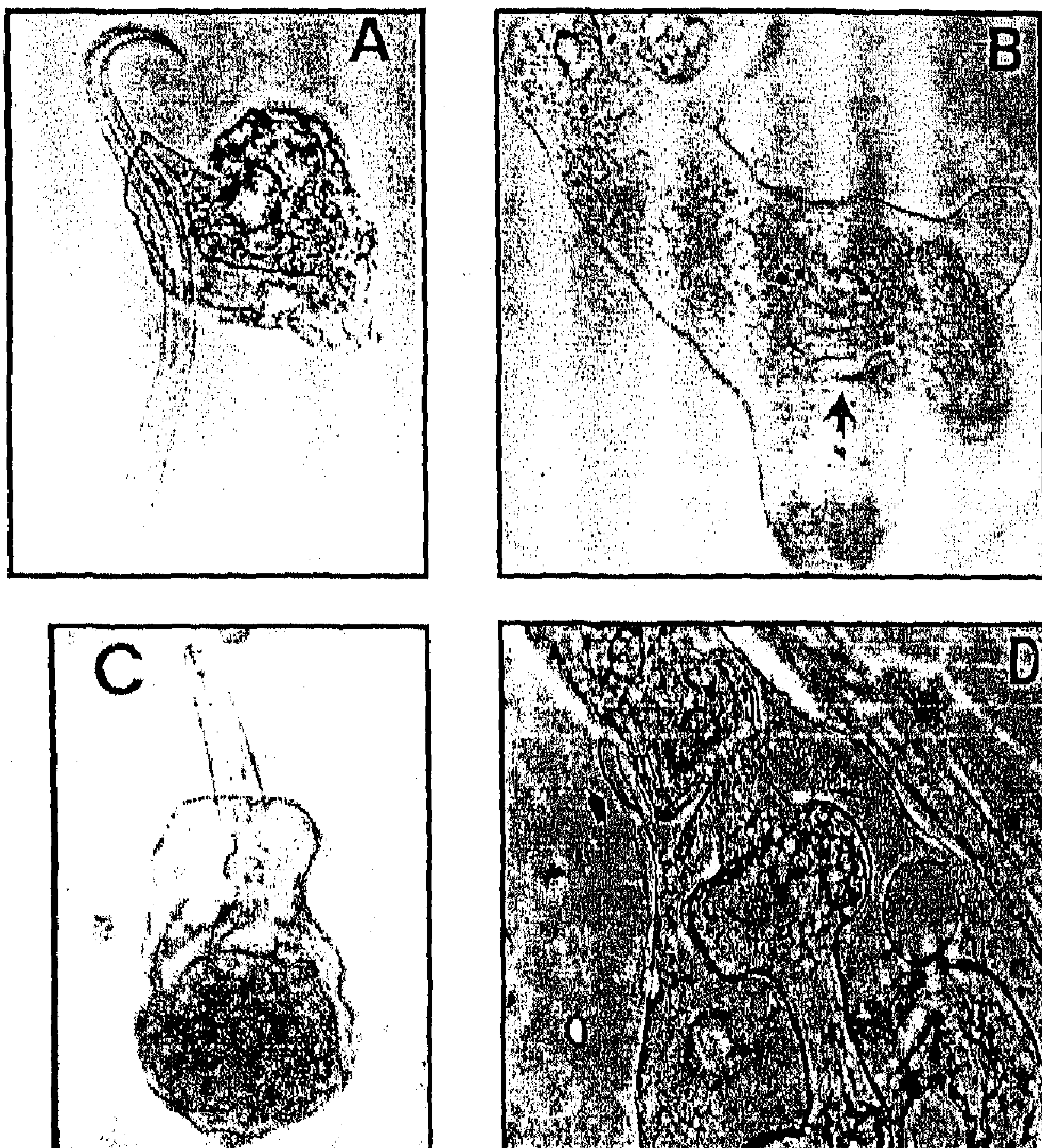
Ditylenchus dipsaci

Globodera rostochiensis

Heterodera schachtii

Meloidogyne incognita

وهى تهاجم يرقات النيماتودا بالكامل وتهضمها وتحولها إلى داخلها داخل حوصلة ويأخذ الهضم حوالى 32 ساعة ثم يأخذ البروتوبلازم فى الانقسام ويخرج من 4-10 أميبا جديدة. الأميبا لا تصلح كعدو حيوى لبطئها حيث لا تمتلك عضلات وهى أيضاً حساسة للظروف السيئة فى التربة.



يوضح نيماتودا مصادة بواسطة حيوان الاميبا

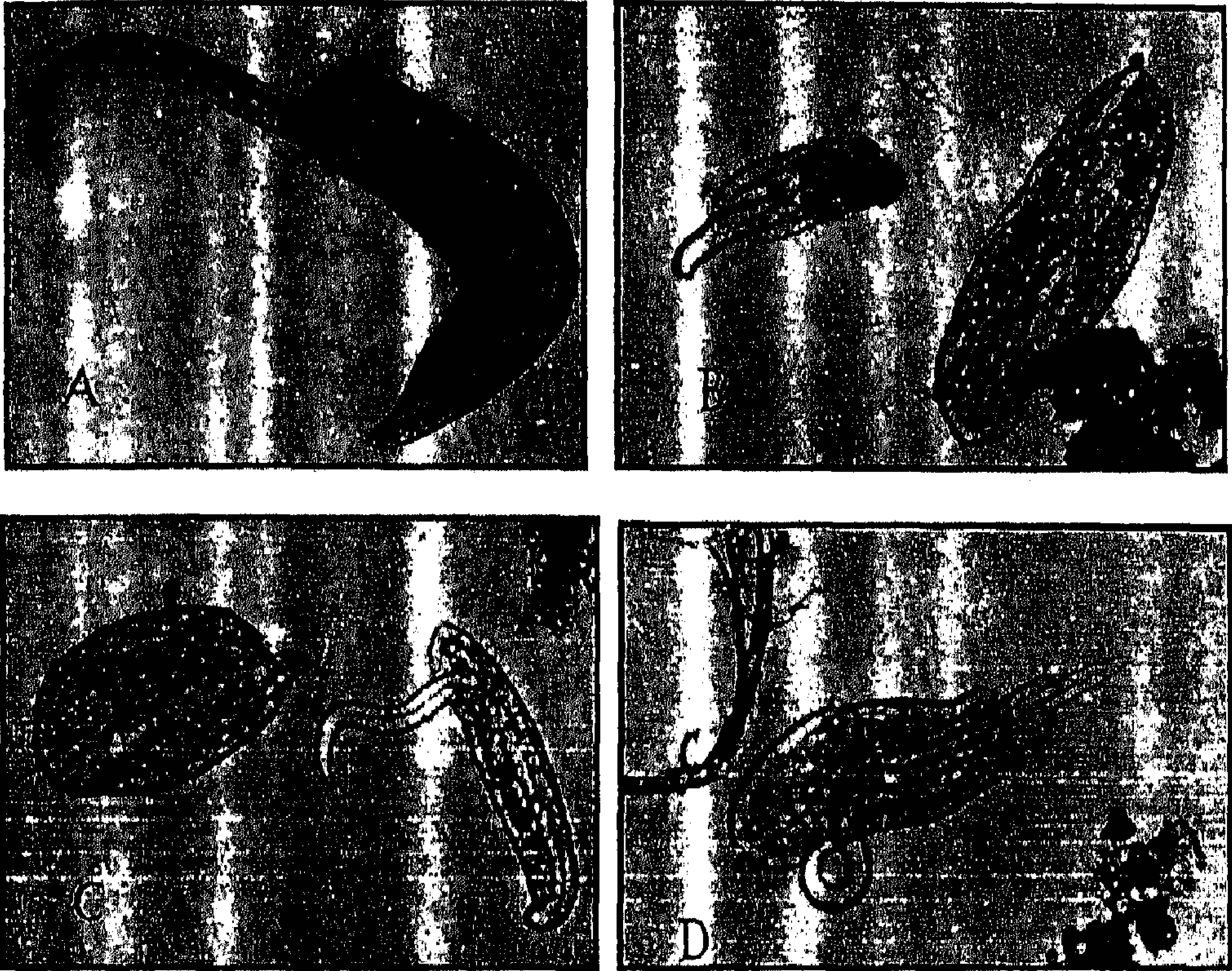
A- نيماتودا ممسوكة داخل الاميبا.

B- نيماتودا بداخل جسم الاميبا.

C- نيماتودا مصادة ومنضغطة داخل الاميبا.

D- صورة مقربة لنيماتودا فى مرحلة الهضم والتمثيل الغذائى داخل جسم الاميبا

شكل رقم (167)



صورة تبين حيوان *Urostyla sp* يتغذى على النيماتودا

A- نيماتودا متغذى عليها جزئياً ويرى نصفها داخل جسم المفترس.

B- مراحل متقدمة من تغذية الحيوان على النيماتودا.

C- مراحل مختلفة من التغذية على النيماتودا.

D- نيماتودا بداخل جسم الحيوان ويرى الجزء الخلفى ممزقاً لجدار جسم الحيوان.

شكل رقم (168)

-النيماتودا المفترسة Predacious nematodes:

وهى تتميز بفتحة كبيرة لتجويف الفم المسلح بالأسنان ليناسب الافتراس. وقد يزود تجويف الفم بـ Stomatostyle, Onchiostyle لاختراق جسم الضحية.

ومن أهم الأجناس المفترسة جنس *Mononchus spp.* وتتوقف نسبة الافتراس على كثافة الفريسة. وهناك أجناس أخرى مفترسة ذات تجويف فم مفتوح مثل *Diplogaster, Anatonchus* (شكل 169).

أما فى النيماتودا المفترسة والتى لها رمح مثل جنس *Seinura tenuicaudata* التى تهاجم أنواع مختلفة من النيماتودا المتطفلة والتى تشل الفريسة بعد اختراق الكيوتيكل برمحها. ومحتويات الفريسة تهضم جزئياً قبل امتصاصها.

وهناك أكثر من عشرة أنواع من *Dorylaimus* ونوعين من *Discolamus* مفترسات للنيماتودا. ولكن مجموعة الـ *Dorylaimus* أكثرها أهمية كمفترسات عن الجنس *Mononchus* لأنها كثيرة التواجد فى التربة بإعداد كثيرة. وهناك كثير من الأنواع المتطفلة أكثر حساسية لجنس *Dorylaimus* عن الأجناس الأخرى.

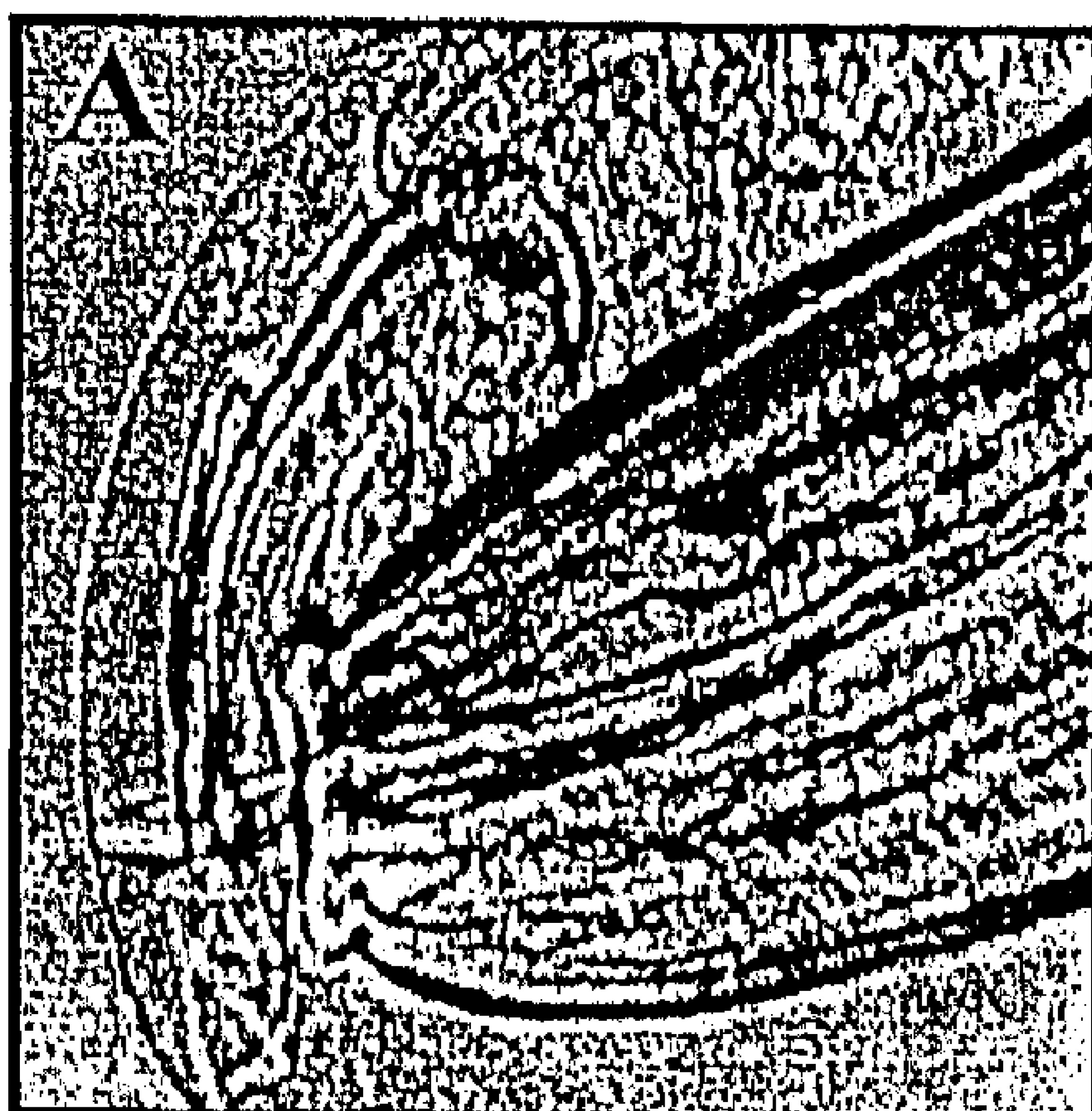
-المكافحة الحيوية للنيماتودا بواسطة النيماتودا Seinura- Aphelenchoididae

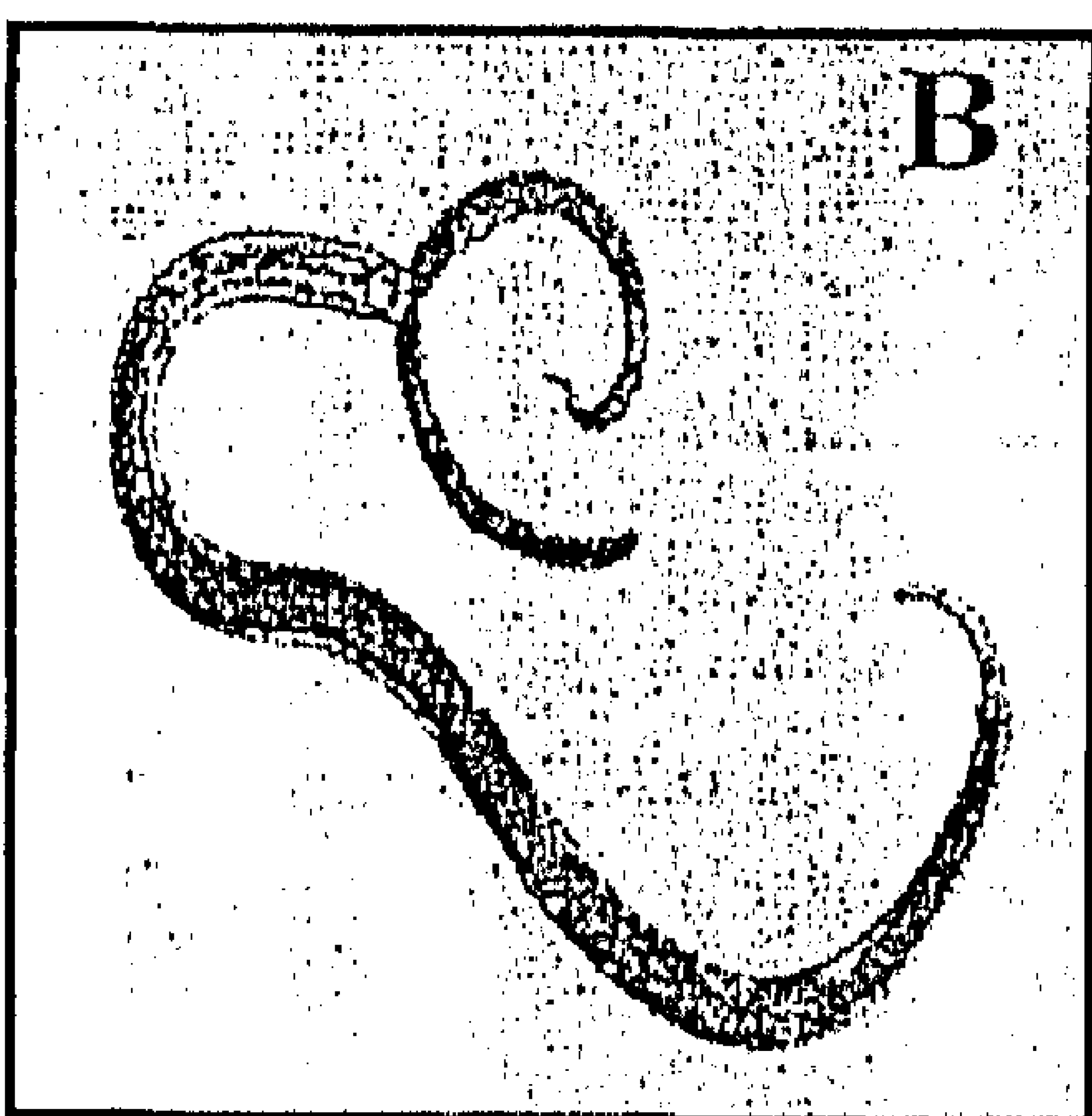
سجل الجنس *Seinura spp.* كمفترسات للنيماتودا فى العديد من المراجع وخصوصاً أنواعا معينة من النيماتودا المتطفلة مثل *Pratylenchus penetrans, Meloidogyne spp.* (شكل 170).

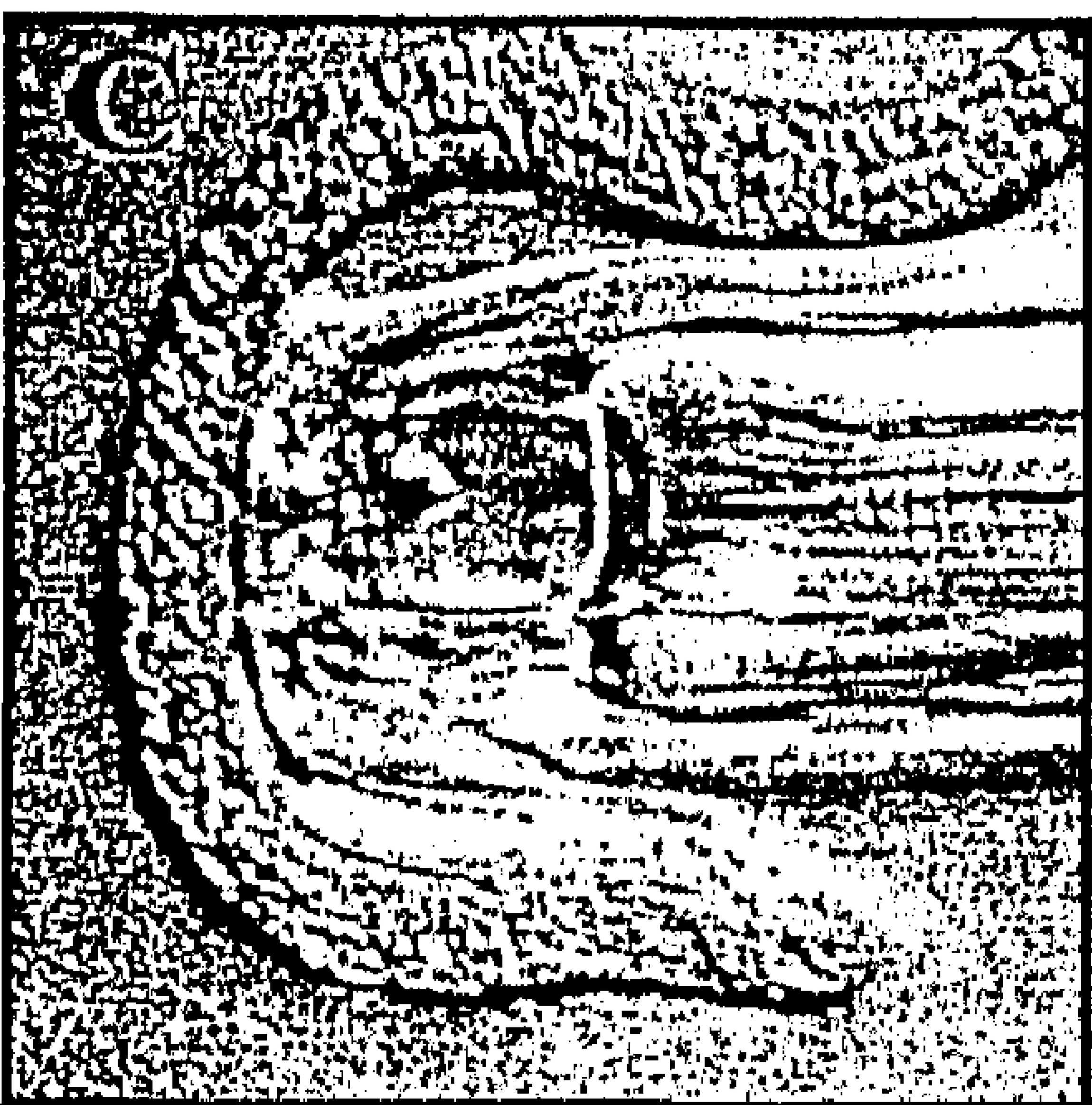
وقد تلعب دوراً هاماً فى التوازن الحيوى للنيماتودا فى التربة وهى نيماتودا رفيعة 0.5-0.75 مم فى الطول ولا تزيد عن 1مم وذات كيوتيكل رقيق وذات ذيل ابرى الشكل مستدق والبصلة القاعدية للمرئ عريضة جداً والرمح رفيع جداً له قواعد صغيرة. ولقد سجلت أنواع مختلفة من التربة الزراعية التى تحتوى على هذا الجنس وخصوصاً فى التربة التى بها جذور خشبية أو أنسجة خشبية (أشجار الصنوبر). وهناك أكثر من 39 نوع لهذا الجنس تتغذى على النيماتودا المتطفلة. أهم نوع هو *Seinura tenuicaudata* **حيث سجل افتراسه للنيماتودا التالية:**

Aphenlenchus avenae, Ditylenchus trifolii, Heterodera trifolii,M.hapla., Pratylenchus pratensis and Radopholus similes.

كذلك سجل تغذيتها وافتراسها لنيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*.







صورة توضح افتراس بعض انواع من النيماتودا المفترسة لنيماتودا غير مفترسة

A-افتراس النيماتودا ***Labronema Vulvapapillatum*** لنيماتودا ***Panagrellus Redivivus*** .

B- نيماتودا ***Iotonchus*** تمسك بأحدى الفرانس .

C- نيماتودا ***Anatonchus Tridentatus*** تهاجم نيماتودا ***P.Redivivus*** .

شكل رقم (169)



نيماتودا مفترسة من جنس *Seinura spp.* تتغذى على نيماتودا التدهور البطئ فى الموالح *Tylenchulus semipenetrans*.



نيماتودا من جنس *Seinura spp.* تتغذى على نيماتودا الناخرة ويرى الرمح مخترقا جدار الجسم للنيماتودا *R.similis*.

شكل رقم (170)

وتخترق النيماتودا جسم الفريسة بالرمح عدة مرات ثم تفرز انزيمات داخل الفريسة تسبب تحلل مكوناتها وتجعلها لا تستطيع الحركة وضعيفة وتتحول المحتويات الداخلية نتيجة الانزيمات إلى حبيبات وأجسام صغيرة يمكن امتصاصها من خلال الرمح وذلك لفترة دقائق حتى تنتهى المحتويات الداخلية للفريسة أو تكتفى النيماتودا المفترسة وتسحب رمحها من داخل جسم الفريسة. ويمكن لنيماتودا مفترسة واحدة أن تقتل العديد من النيماتودا المتطفلة والنيماتودا المتغذى عليها أثناء الافتراس يمكنها جذب مفترسات أخرى.

بعض أنواع النيماتودا المتطفلة يمكنها مقاومة فعل هذه النيماتودا المفترسة مثل *Xiphinema sp., Hoplolaimus geleatus*، وتأخذ دورة حياة المفترس على درجة 28°م من 5.5 إلى 6 يوم.

- المكافحة الحيوية للنيماتودا باستخدام النيماتودا :

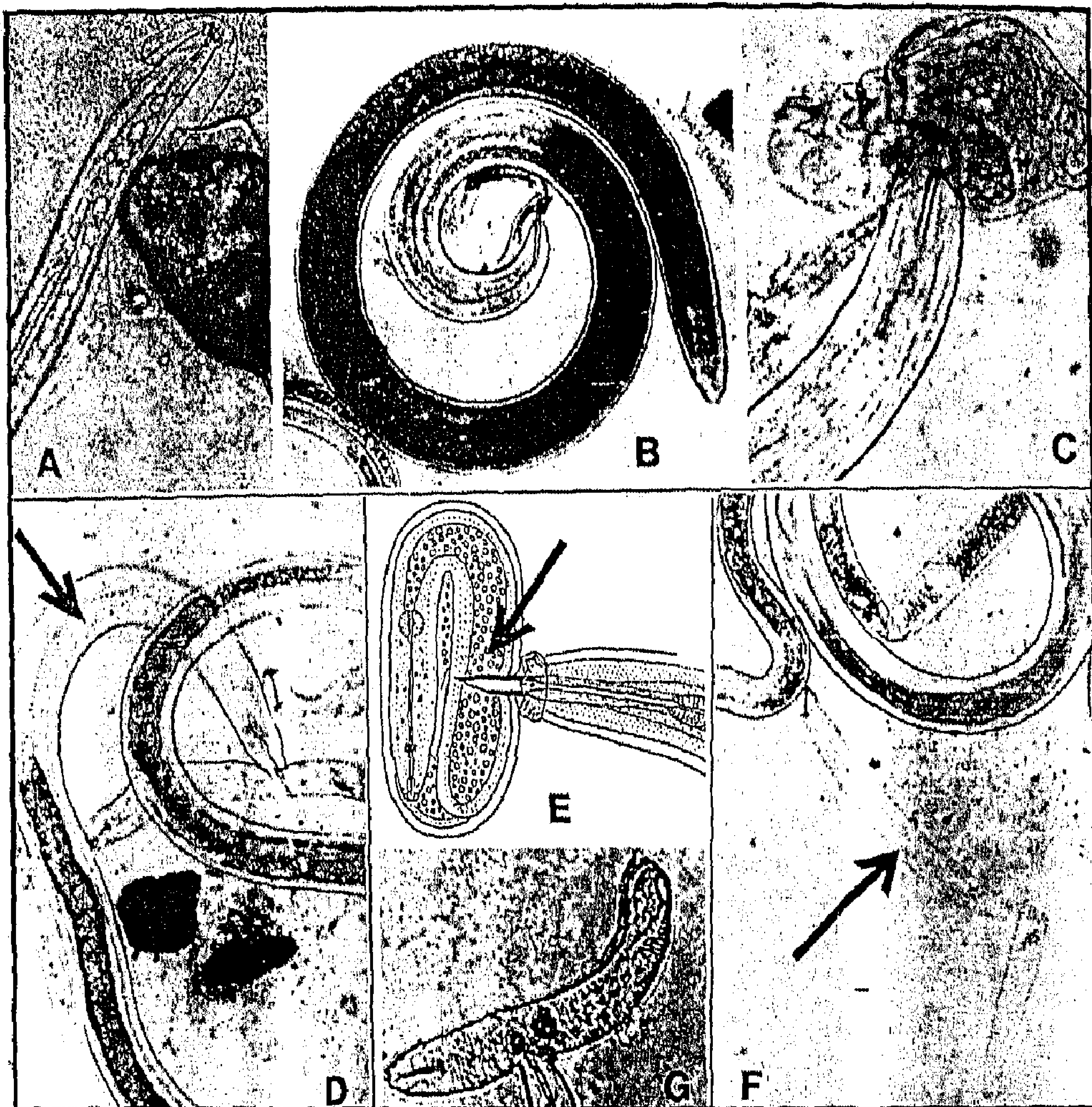
Dorylaimus (Nematode: Dorylaimina) :

تنتشر بشدة فى الأراضى الزراعية بكثافات مختلفة تبلغ 200-500 مليون/ acre وهى نيماتودا كبيرة الحجم وأكبر من فرائسها وهى مفترسات قوية للنيماتودا واللافقاريات الصغيرة وهى تمتلك رمحا قوياً مجوفاً Onchiostyle ليخترق جسم الفريسة وكذلك لإفراز انزيمات خاصة داخل جسم الفريسة المخترقة (شكل 171).

وتفترس هذه النيماتودا الأنواع التالية:

Meloidogyne spp., Rotylenchulus reniformis, Heterodera schachti, Globodera rostochiensis, M.naasi, Aphelenchus avenae, Pratylenchus penetrans and P.vulnus .

والنيماتودا المجروحة فى التربة ينسكب منها سوائل الجسم المختلفة والتى تكون جاذبة لهذه النيماتودا. بعض أنواع من النيماتودا المتطفلة وجدت مقاومة للافتراس من هذه النيماتودا ومنها أجناس.



نيماتودا من جنس *Dorylaimus* وهى تتغذى على النيماتودا

A- جنس *Carcharolaimus Sp.* يتغذى على النيماتودا الكلوية *R.Reniformis*.

B- جنس Aporcelaimus Sp. يتغذى على احدى النيماتودا المتغذية على بكتريا

C- جنس *Dorylaim* يتغذى على *Rotifer* .

D- جنس *Dorylaim* يتغذى على نيماتودا التقرح *Pratylenchus Sp.*

E- جنس *Eudorylaimus Obtusicaudatis* يتغذى على نيماتودا الحويصلات *Heterodera Schachtii*.

F- جسم فارغ لنيماتودا التقرح بعد التغذية وامتصاص المحتويات .

G- جنس *Dorylaim* يتغذى على نيماتودا من *Criconemoides Sp.* .

شكل رقم (171)

Hoplolaimus spp., Belonolaimus, Hemicycliophora, Criconemoides and Helicotylenchus

وقد يرجع ذلك إلى زيادة سمك جدار الجسم لهذه النيماتودا وقد تكون المقاومة كيماوية أو طبيعية. ويمكن لهذه النيماتودا أن تلعب دوراً فى مجال المكافحة البيولوجية للنيماتودا.

– الإفرازات النباتية Plant exudates:

العديد من النباتات أظهرت أن جذورها تحتوى على مركبات كيماوية مضادة للنيماتودا المتطفلة مثل الـ Marigold, *Tagetes spp.* وتختلف المواد الكيماوية باختلاف الأصناف ويكون التأثير شديداً على النيماتودا ذات التطفل الداخلى وعلى المتغذيات على منطقة القشرة.

كما أن بعض النباتات التابعة للعائلة الصليبية Crucifers تعطى إفرازات جذرية تؤثر على النيماتودا مثل الأسبرجس asparagus الذى ينتج مركبات جليكوسيدية Glycoside.

-النباتات المضادة للنيماتودا Antagonistic plants:

بعض العوائل النباتية تسبب انخفاضاً لإعداد النيماتودا فى التربة عن عوائل أخرى ومن الأمثلة نباتات *Crotolaria* حيث تفرز جذورها مواد ذات تأثيرات سامة على نيماتودا التعقد الجذرى *Meloidogyne* ويمكن لليرقات أن تخترق جذور الكروتولاريا ولكن لا تستطيع البقاء والحياة. بعض الأنواع النباتية تخفض وتقلل تطور النيماتودا وتسبب موت لها مثل نباتات القطيفة Marigold, *Tagetes erecta,* *T.minuta, T. patula*.

ويمكـن لهذه الأنـواع أن تقـلل من نسـبة الإصـابة بنيـماتودا التقـرح *Pratylenchus spp.* بنسبة 90% ويرجع ذلك إلى إفرازات سامة من نباتات القطيفة. ويمكن زراعة نباتات القطيفة حول الأشجار المزروعة وبين الصفوف من وقت لآخر له تأثيرات مفيدة ولكن يجب ألا تقل الفترة عن 3-4 شهور. وتختلف تأثيرات نباتات القطيفة باختلاف الأنواع النيماتودية.

أما بخصوص نباتات الأسبرجس *Asparagus officinalis* فإنها يمكن أن تؤثر على أعداد النيماتودا خصوصاً بعد تكون الجذور الشحمية. وعند إضافة زراعة الأسبرجس مع نباتات الطماطم فإن أعداد النيماتودا تقل وتنخفض كما أن عصير الأسبرجس يعتبر ساما لأنواع عديدة من النيماتودا. هناك حوالى 20 نوع من الـ *Tagetes* خمسة منهم *T.patula, T.erecta, T.signata, T.lucida* and *T.minuta* تستخدم فى المكافحة. *T.patula* (french marigold). and *T.erecta* (African marigold).

وكل منهما يحتوى ويتركب من 30 صنف على الأقل تختلف فيما بينها فى درجة الكفاءة لمكافحة النيماتودا. وعموماً فإن القطيفة الفرنسى أكثر كفاءة من القطيفة الأفريقى ضد نيماتودا *Meloidogyne, Pratylenchus, Tylenchorhynchus*.

ولقد استخدمت نباتات القطيفة فى الهند عند المزارعين الذين زرعوها بين النباتات القابلة للإصابة مثل خضراوات العائلة الباذنجانية وذلك لتقليل الإصابة بالنيماتودا مع تغيير أماكن نباتات القطيفة كل عام.

ولقد أثبت كثير من العلماء أن نباتات القطيفة عوائل فقيرة لنيماتودا التعقد الجذرى ولقد اختلفت الاراء العلمية حول دور نباتات القطيفة كعامل مقلل لإعداد النيماتودا حيث ظهرت بعض الأبحاث التى تقلل من هذا الدور.

ولقد وجد فى هولندا أن النوع *T.patula* أكثر كفاءة من النوع *T.erecta* فى مكافحة النيماتودا *Meloidogyne, pratylenchus, Tylenchorhynchus* وتتوقف كفاءة نباتات القطيفة فى **خفض أعداد النيماتودا على:**

1- جنس النيماتودا.

2- نوع النيماتودا السائد.

ولقد وجد أنه بعد تسعة أسابيع انخفضت تعداد نيماتودا *Pratylenchus penetrans* بنسبة 99، 55 ، 63% بواسطة نباتات *T.patula, T.erecta, T.minuta* **على التوالى:**

أما فى نيماتودا التعقد فإن الكفاءة المتحصل عليها تختلف باختلاف النوع النيماتودى وكذلك صنف القطيفة المستخدم. وعلى العكس فإن بعض التجارب أثبتت زيادة أعداد النيماتودا **فى وجود نباتات القطيفة مثل:**

Criconemoides mutobile, Trichodorus teres, Hemicycliophora similis and Paratylenchus spp.

وقد تلعب نباتات القطيفة دوراً فى خفض الإعداد النيماتودية فى حالة وجودها فى الصوب الزراعية وتفشل عند زراعتها بين صفوف النباتات فى الحقل كما حدث مع *T.erecta* ضد النيماتودا الناخرة *Radopholus similis*.

وقد تلعب نباتات القطيفة دوراً فى تخفيض الإعداد النيماتودية ولكن لا تستطيع القضاء عليها نهائياً eradication وكلما كانت الإعداد فى التربة قليلة كلما كان التأثير واضحاً ومفيداً.

ولقد أثبتت التجارب أن زراعة الماريجولد لمدة فصل زراعى واحد قبل المحاصيل القابلة للإصابة بنيماتودا التعقد الجذرى مثل الطماطم أدى ذلك إلى خفض نسبة العقد الجذرية على النباتات من 74% إلى 29.5%، 34.4%، 22% وذلك فى أنواع الماريجولد المختلفة وهي على التوالي *T.patula, T.erecta, T.minuta* . وتحتوى نباتات القطيفة على العديد من الزيوت مثل *Tagetone, Ocimene, d-limonene 2, 6-Dimethyl-7-octen-4-one* ويحتوى مسحوق جذور الماريجولد *T.erecta* على حوالى 0.1% من مادة *a-terthienyl*.

- ميكانيكية المكافحة Mechanism of Control:

- قد تلعب نباتات القطيفة دوراً هاما كنباتات صائدة Trap corps بحيث تسمح باختراق النيماتودا ولا تسمح بتطورها وتكاثرها.
- وقد تحتوى النباتات على مركبات لها صفة المبيدات أو صفة أحداث حالة سكون للنيماتودا nematostatic (nemastatic).
- وأحسن طريق لاستخدامات القطيفة هى نموها كعائل لموسم زراعى كامل بالتناوب مع العائل الأساسى ثم فى نهاية الموسم تحرث وتقلب مع التربة كمادة عضوية خضراء green organic matter أما بخصوص نباتات الخردل Mustard فإنها أيضاً تقلل من تعداد أنواع نيماتودية مثل نيماتودا حويصلات البطاطس على البطاطس خصوصاً الخردل الأبيض. وكذلك زيت الخردل Mustard oil ذو كفاءة فى تقليل شدة الإصابة بالنيماتودا.

-منع التلوث وانتشار النيماتودا (الوقاية خير من العلاج)Prevention of spread:

1- إزالة الحشائش والقضاء عليها كعائل إضافى للنيماتودا :

Extermination of weeds which are host plants :

من الصعب علمياً وعملياً إزالة كل الحشائش من الأراضى الزراعية ولكن يجب القضاء على أعلى نسبة من الحشائش التى تلعب دوراً كعوائل مساعدة لتربية وتكاثر النيماتودا فى غياب العائل الأساسى أو فى حالة وجوده.

2- إزالة والقضاء على النباتات المصابة :

Removal or destruction of infected plant. :

كثيرا من المحاصيل الزراعية يستطيع المجموع الجذرى لها النمو لفترات طويلة حى بعد الحصاد وبالتالى يسمح بتغذية النيماتودا المتطفلة عليها والتكاثر وقد تستطيع النيماتودا أن تتكاثر لمدة جيلين بعد الحصاد.

ولقد وجد أن قطع سيقان النباتات بعد الحصاد وتقليب التربة بالحرث وتعريض الجذور المصابة بالنيماتودا وخصوصاً نيماتودا التعقد الجذرى أدى إلى خفض أعداد النيماتودا نتيجة تأثير الجفاف على هذه الجذور وتأثير الجفاف وأشعة الشمس على النيماتودا المصاحبة.

3- اختيار نباتات وأجزاء نباتية سليمة :

Selection of healthy propagating materials :

فى حالة النباتات التى تتكاثر خضرياً يمكن استبعاد النيماتودا والقضاء على نسبة كبيرة منها باختيار نباتات أو أجزاء نباتية سليمة للتكاثر.

4- استخدام بذور نظيفة وسليمة The use of clean seed stock:

الاستخدام الآلى أو الميكانيكى لتنظيف البذور يؤدى إلى منع انتشار النيماتودا. كما فى حالة القمح المصاب بنيماتودا ثأليل القمح *Anguina tritici* حيث يكون التنظيف إجبارى وملزم فى البلاد المنتجة .. حيث تكون الحبوب المصابة والمحتوية على الأطوار النيماتودية صغيرة فى الحجم ويمكن إزالتها بالهز الميكانيكى عبر مصافى وغرابيل ذات ثقوب بأبعاد خاصة. ولكن من الصعب إزالة نيماتودا السوق *D.dipsaci* بهذه الطريقة من بذور الخس والبرسيم حيث أن النيماتودا تظهر فى البقايا الورقية والسوق وكذلك تحت أغلفة البذور ونفس النتائج لا يمكن الحصول عليها فى حالة نيماتودا *Aphelenchoides*.

5- غسيل وتنظيف درنات البطاطس باستخدام الفرش:
Washing and cleaning Potato tubers with brushes :

وذلك للتخلص من حويصلات نيماتودا البطاطس *H.rostochiensis* حيث يستخدم لذلك آلات لدفع الماء بشدة من خلال Jet of water فى أحواض بها ماء وتحتوى على الدرنات التى تهتز بشدة داخل الماء وتعمل الفرش المثبتة على محاور دائرية العمل. ثم بعد ذلك تنتقل الدرنات وتنقع فى محلول من مبيد فطرى ثم تجفف بعد ذلك ولكن وجود أن الدرنات تصاب بمرض damp rot والتنظيف الجاف هو الأكثر استعمالاً.

6- نقع الأجزاء النباتية Soaking of plant stocks:

يعطى نتائج مشجعة حيث توضع الأجزاء النباتية فى سلاسل من الشبك السلكى wire baskets الذى يوضع فى داخل خزانات على دعامات. حيث تخرج النيماتودا بعد ذلك لترسيب فى قاع الحوض. ولكن يجب تغيير الماء من الحوض يومياً لإزالة النيماتودا وذلك لمدة 3-4 يوم متتالى لإزالة النيماتودا من البصل والثوم. وخمسة أيام لتخليص نباتات الفراولة من *Ditylenchus dipsaci*.

7- المكافحة بالطرق التنظيمية Regulatory Control:
- الحجر الزراعى Quarantine controls:

حيث يمنع دخول الأمراض المعدية الضارة وناقلاتها. وتستخدم أيضاً لمنع انتشار نيماتودا معينة إلى منطقة خالية من الإصابة بها. ويمنع دخول الأجزاء النباتية المصابة أو الحبوب أو ناقلات الأمراض. ويشمل الحجر Inspection at destination, embargoes الحصول على شهادة من المنبع أو الأصل بعدم الإصابة. والدول تتبادل بينها القوانين المنظمة لذلك. وهناك دول تضع قوانين صارمة لمنع الاستيراد من مناطق منتشر بها أنواع نيماتودية معينة. كذلك يلعب الحجر الزراعى الداخلى دوراً هاماً فى منع الانتشار داخل الموطن الواحد.

وينجح الحجر الزراعى مع أفراد متدربين جيداً على أعراض الإصابة الظاهرة والداخلية وكيفية التفتيش على المرض فى المزارع المصابة وكذلك توافر المعلومات الكافية على بيولوجية الأنواع المراد التحكم فيها. ومثال ذلك أمراض البطاطس النيماتودية (حويصلات البطاطس) *H.rostochiensis* ومرض نيماتودا السوق *Ditylenchus dipsaci* حيث يعتبران من الأمراض الشديدة الخطورة ويمنع منعا باتا بحظر استيراد البطاطس وبها أى نسبة من هذه الأمراض واستيراد البذور والأجزاء المستخدمة فى الزراعة مثل الدرنات) والإبصال.. كذلك المرض المنتشر *D.destructor*.

- خطوات إصدار شهادة خلو النباتات من المرض Certification schemes:

حيث يجب أن تتبع خطوات معينة ومنتظمة لذلك وذلك فى البلاد ذات الشهر الخاصة فى إنتاج محاصيل معينة.

- نظم الاستيراد Import Regulation:

كل بلد لها قوانينها الخاصة المتعلقة والتى تحكم استيراد نباتات وأجزاء نباتية سليمة خالية من الإصابة وخصوصاً من الآفات الخطيرة ومسببات الأمراض ذات القدرة التدميرية الشديدة. وتعط بذلك شهادة Phyto sanitary Certificate.

وهناك نص لهذه الشهادة كما يلى:

This is to certify that the plant parts of plants or plant products described below or representative samples of them were thoroughly examined on (date) by (name) an authorised officer of the (Plant inspection Service) and were found ...... to be substantially free from injurious diseases and pests, and that the consignment is believed to conform with the current phyto sanitary regulation of the importing country..... Then follows space for additional declarations regarding fumigation or other treatments if required and freedom from specified organisms.

- **منع دخول النيماتودا Prevention of entry of nematodes:**

من خلال الخطوات التالية:

1- منع دخول الأجزاء المصابة والنباتات الملوثة والحبوب المحتوية على إصابات.

2- تلعب المواصلات والنقل دوراً فى نقل مسببات الأمراض (أمراض نيماتودا الحويصلات) 20% حويصلات فى درنات مصابة من البطاطس تعطى 100.000 حويصلة للهكتار.

3- تنقل المواصلات أيضاً نيماتودا السوق والإبصال ونيماتودا الأوراق ويجب على الأجزاء المستخدمة فى الزراعة أن تكون مجموعة من مناطق غير ملوثة وغير مصابة بالنيماتودا ويستلزم ذلك الفحص فى بلد المنبع أو الأصل.

4- كذلك منع استيراد الحبوب من النجيليات المصابة بالأمراض النيماتودية مثل *Anguina tritici*. وكذلك كتل الطين المحتوية على نيماتودا حويصلات القمح *H.avenae* والتى تكون ملتصقة بالحبوب.

5- تلعب الرياح دوراً هاماً فى نقل مسببات الأمراض النيماتودية ويمكن للرياح القوية نقل 125 مليون حويصلة من حويصلات نيماتودا البطاطس فى مساحة 95م ويلزم لمنع تأثير الرياح إنشاء مصدات الرياح الكثيفة Wind breaks لمنع انتشار النيماتودا.

6- كذلك تلعب المياه دوراً فى حمل مسببات الأمراض النيماتودية لمسافات طويلة خصوصاً إذا كانت هذه المياه ملوثة من مزارع أو مصانع زراعية يتخلف عنها مياه ملوثة بمسببات الأمراض الملتصقة والمحمولة بالأجزاء النباتية والبذور كذلك الأمطار الشديدة المتساقطة تستطيع نشر النيماتودا داخلياً فى الحقول المجاورة.

المكافحة الكيماوية (تطور تاريخى)

فى عام (1881) Kuhn استخدم مادة Carbon disulfide فى مكافحة نيماتودا بنجر السكر فى ألمانيا ولكن النتائج كانت غير مشجعة .. ولكن التجارب الحقلية أثبتت

أن Carbon disulfide كان فعالاً فى مكافحة نيماتودا التعقد الجذرى فى الحقل. كذلك المواد التالية كانت فعالة، **ولكنها مكلفة جداً وهى:**

Formaldehyde, cyanide, quicklime.

- **(مدخنات التربة) Soil fumigants:**

اختبر الكلوروبكرين Chloropicrin عام 1919 على مساحات قليلة فى انجلترا ثم كاليفورنيا وهاواى ثم بعد ذلك استخدمت كميات كبيرة منه فى الولايات المتحدة الأمريكية واستخدمت فى مزارع الأناناس واستخدم على نطاق واسع فى الصوب الزجاجية ومهاد البذرة وبعض المحاصيل. ثم بعد ذلك أظهر الميثيل بروميد Methyl Bromide مدى واسع الفعالية فى مكافحة أمراض النبات والنيماتودا ولكنه كان شديد السمية للنباتات الحية ولكن كان فعالاً فى استخدامه كغاز تحت البلاستيك على سطح التربة أو حقناً فى التربة.

ثم ظهر بعد ذلك مركب1, 3-dichloropropene, 1, 2 dichloro propane DD من إنتاج شركة شل واثبت فعاليته الممتازة حقنا فى التربة.

وبداية استخدام مخلوط DD كان إيذانا ببدء صناعة مدخنات التربة. وفى خلال خمسة سنوات كانت آلاف الهكتارات قد عوملت بنجاح بهذا المركب. وأصبح تدخين التربة من عوامل مكافحة النيماتودا.

فى عام 1944 بدأت تجارب أولية مع مادة EDB ethylene dibromide فى كاليفورنيا وفلوريدا وفى خلال سنوات قليلة أثبتت فعاليته ونجاحه فى مكافحة نيماتودا التعقد الجذرى وخصوصاً نيماتودا بنجر السكر.

وبنهاية الحرب العالمية الثانية أصبح EDB, DD مركبات تجارية تستخدم بنجاح وبأسعار اقتصادية ولقد أدى استخدام هذه المركبات إلى زيادة المحصول بصورة واضحة وبيان مدى التلف الناشئ عن النيماتودا واتضح الدور الذى تلعبه النيماتودا كآفات نباتية هامة. وفى عام 1954 بدأ التحدث عن مميزات المركب 1,2- dibromo 3 cholopropane (DBCP)- واستخدم فى مزارع الأناناس تحت مسمى النيماجون. وهو من إنتاج شركة شل (Shell) أو فيومازون من إنتاج شركة داو (Dow).

وكانت نتائجه ممتازة مع قلة الجرعة المستخدمة وقلة السمية للنبات ولكن نباتات العائلة الباذنجانية كانت حساسة واستخدم بنجاح كمعاملة قبل الزراعة Preplant وعند الزراعة at planting أو بعد الزراعة Post-Planting حول المجموع الجذرى بدون تأثير معاكس على النمو الخضرى. واستخدم بنجاح فى الأشجار المستديمة perennials كما استخدم فى المحاصيل الحقلية.

فى عام 1956 ظهرت كفاءة المركب Sodium Methyl-dithiocarbamate (metham) كمبيد نيماتودى واستخدم كـ Drench ، ومع ماء الرى أو حقنا فى التربة وبعد إضافته يبدأ فى التحلل إلى Methyl iso thiocyante الذى ينشر فى التربة وفى مسامها. ويستخدم الميثام قبل الزراعة ويكافح النيماتودا والحشائش والحشرات والفطريات وبقية كائنات التربة الحية ولكن يعاب عليه سميته النباتية ولذا يستلزم ترك 2-3 أسبوع بين التطبيق والزراعة.

-مبيدات النيماتودا الغير متطايرة Non-Volatile nematicides نظرة تاريخية:

وهى المبيدات الحديثة وتقع تحت مجموعتان:

1- مركبات الفسفور العضوية Organo-phosphates.

2- مركبات الكاربامات العضوية Organo-carbamates.

ومركب VC-13 هو أول مركب فسفاتى عضوى استخدم لمكافحة النيماتودا على نباتات الزينة. ويستخدم كـ Drench أو رش أو حقنا للتربة وحقق نتائج ممتازة. أما المركب التالى الفسفورى فهو Thionazin ثم مبيد Parathion، ثم Demeton، ثم Phorate ثم disulfoton diazinon ثم سجل المركب fensulfothion عام 1963 بنجاح ضد نيماتودا التعقد الجذرى على Turf grass and nursery stock.

الفيناميفوس Phenamiphos كمركب فسفورى عضوى سجل كمبيد ناجح للنيماتودا على الموالح (شتلات) عن طريق نقع الجذور bare-root dip وعلى نباتات الزينة كا Drench وهو مبيد يسبب توقف نشاط النيماتودا Nemastatic وهو يفسد قدرة يرقات العمر الثانى لـــ *Meloidogyne and Radopholus similis* على

اختراق الجذور. كما ظهرت قدرة المبيد Sodium azide, Potassium azide, Ethoprop على مكافحة النيماتودا والكائنات الأخرى بالتربة.

المبيدات الأحدث كانت مركبات غير متطايرة تستطيع أن تنتشر فى التربة فى الطبقة السطحية أو تخلط بها. وهى تقتل بالملامسة.

والمركبات المثالية من هذه المبيدات يجب أن تمتص عن طريق المجموع الخضرى بعد رشه بهذه المبيدات ثم ينتقل إلى الأنسجة الوعائية ثم ينتقل إلى أسفل فى اللحاء بتركيزات كافية للتأثير على النيماتودا وأنشطتها فى أو حول المجموع الجذرى.

فى عام 1966 سجل نشاط مركب الألديكارب aldicarb على الدخان لمكافحة نيماتودا حويصلات الدخان *Heterodera tabacum* ثم على الخضراوات. ثم ظهر بعد ذلك مركب Carbofuran واثبت كفاءته على الذرة لمكافحة النيماتودا. وظهر أيضاً مركب Oxamyl كمبيد للرش على المجموع الخضرى لمكافحة نيماتودا التعقد على الخضراوات. وأعطى مكافحة لفترة 21-28 يوم. ولكن من عيوب هذا المبيد قلة بقاءه فى التربة وضعفه فى البقاء لفترات طويلة Lack of persistence واستخدامه على فترات 2-3 مرات (4 مرات للموسم) مما يؤثر على اقتصاديات المكافحة.

ثم ظهرت بعد ذلك مركبات أخرى كمبيدات للنيماتودا ثم ظهر مركب avermectins وهو macrocyclic lactones وهو معزول من *Streptomyces avermitilis* وهو مضاد للديدان المفلطحة فى أول اكتشافه.

ثم استخدمت الأحماض الدهنية Fatty acids وبعض المركبات الطبيعية اختبرت للمكافحة كمبيدات واستخدمت أيضاً بعض منظمات النمو ومعظم هذه المركبات ذات طبيعة تأثير لا تقدر على تثبيط انزيم الاستيل كولين استراز.

- أنواع المبيدات المستخدمة فى مكافحة النيماتودا:

هناك نوعان من مبيدات النيماتودا لمكافحة الأنواع المختلفة منها على المحاصيل:

1- المدخنات Fumigants.

2- غير المدخنات Non-fumigants.

ولا تستخدم المبيدات فى أى قطر أو بلد إلا بعد تسجيله على المحصول المراد تطبيقه عليه.

أولاً: مدخنات التربة Soil fumigants:

بداية إدخال D-D 1943، بداية استخدام EDB 1951، أدى إلى زيادة استخدام مدخنات التربة فى الزراعة.

وكانت المبيدات تستخدم على شكل سائل يحقن أسفل سطح التربة ثم تتطاير لتنتج بخار أو غازات تنتشر خلال مسام التربة وتذوب فى مياه التربة وتدخل أجسام النيماتودا من خلال الكيوتيكل وكانت مدخنات التربة تعطى حماية للمحاصيل لفترات طويلة من 4 شهر - 3 سنوات حيث كانت ذات صفات ومادة فعالة ممتازة عند جرعات 10-60 رطل لكل آكر عند تطبيقها بنظام Over all application وكانت قليلة السمية للثدييات والنبات وليست لها متبقيات خطيرة تضر بالصحة العامة. وكانت تسبب قتل النيماتودا فى كل آشكالها ومراحلها البيولوجية وكانت تمتاز بنصف الحياة half-life 60-90 يوم.

بالنسبة لمدخنات التربة الجيدة يجب أن تكون فعالة فى اختراق الجزء الغازى من التربة وليس الجزء المائى ويؤثر على فعالية المدخنات وكفاءتها عوامل مختلفة مثل نوع التربة، الحرث، الرطوبة، المادة العضوية، الحرارة، نسب استخدام المبيد وعمق الاستخدام.

وعمق استخدام مدخنات التربة يتوقف ويختلف باختلاف الضغط البخارى - الجرعة - الحرارة - الرطوبة - نوع التربة - النوع النيماتودى المراد مكافحته. وكلما ازدادت الجرعة المستخدمة من المدخنات كلما كان عمق التطبيق أكثر وتحتاج المدخنات إلى تجهيز التربة قبل الاستخدام للحصول على نتائج جيدة.

ثانياً: المبيدات الغير مدخنة :

وهى تذوب فى الماء وليست مدخنات تربة وتنتشر فى التربة عن طريق خلطها بالتربة وكذلك عن طريق خاصية Percolation أى التصفية أو الترشيح للماء وبالتالى تلامس النيماتودا وتؤثر عليها. وهى ليست سامة للنباتات وتستخدم بأمان عند الزراعة أو بعد الزراعة.

– المبيدات الجهازية Systemics:

وهى المبيدات الأكثر حداثة. ويمكن للنبات أن يمتصها بجذوره من التربة أو عن طريق الرش على المجموع الخضرى ثم تنتقل إلى الجذور وتقتل النيماتودا المتغذية على هذه الجذور .. أى أنها تنتقل إلى النيماتودا عن طريق تغذية النيماتودا عليها من خلال مرورها فى أنسجة الجذور .. ولكن هذه المبيدات الجهازية يمكنها أيضاً دخول أجسام النيماتودا من الكيوتيكل.

– المبيدات الجهازية:

تستخدم فى مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً وهى تنقسم إلى ثلاث مجموعات :

1- مجموعة الفوسفات العضوية Organo-phosphates.

2- مجموعات الكاربمات العضوية Organo-carbamates.

3- مجموعة الأوكسيم كاربمات Oxime-carbamate.

وهى ذات سمية عالية للثدييات عن طريق الاستنشاق أو الامتصاص من خلال الجلد. وتضاف هذه المبيدات كـــ Soil drench حول الجذور أوتضاف المحببات Granules إلى التربة وتخلط بها. وتستخدم بنسبة من 2-20كجم من المادة الفعالة للهكتار. والمبيد الجهازى الفعال Systemic nematicde يجب أن يصل إلى النيماتودا فى صورة سامة قبل أن يتحلل ويفقد تأثيره ويصبح مادة غير سامة **وهناك عوامل تؤثر على ذلك وهى:**

1- صفات المبيد – شكله والصورة المستخدمة – ثباته – التركيب الكيميائى – ذوبانه وقدرة المركبات الناتجة عنه على النشاط.

2- صفات التربة الطبيعية والكيماوية (قوام- وبناء التربة - المادة العضوية- الرطوبة - درجة حرارة التربة والـ pH).

3- الظروف البيئية (حرارة وأمطار).

4- كائنات التربة الدقيقة.

5- العمليات الزراعية.

6- نسبة امتصاص المبيد ومتبقياته السامة.

7- نسبة الاستخدام من المبيد وأماكن وضعه.

وعموماً تتضاعف كثيراً الجرعة الكافية من المبيد لقتل النيماتودا فى المعمل عنها فى الحقل. وتختلف نسبة تحلل المبيدات الجهازية فى التربة باختلاف المبيدات ونسبة الرطوبة فى التربة ووجود أو عدم وجود كائنات التربة الدقيقة. وتؤثر المادة العضوية فى التربة على فترة نصف الحياة. ويزداد تحلل المبيد وتكسره فى التربة بزيادة الرطوبة والحرارة وكذلك اختلاف قلوية وحموضة التربة ذات عامل هام فى هذا التأثير.

بعض الكائنات الدقيقة فى التربة قد تستخدم المبيدات ومشتقاتها فى التربة كمادة معيشية (ومصدر للطاقة) وبالتالى تؤثر على بقاءها فى التربة.

- قائمة بأسماء مبيدات النيماتودا الكيماوية:

الاسم التجارى	الاسم العام
Temik	Aldicarb
Furadan	Carbofuran
Systox	Demeton
VC-13 Nematiceide	Dichlofenthion
Mocap	Ethoprop
Dasanit	Fensulfothion
Vapam	Mitc, SMDC
Vydate	Oxamyl
Nemacur	Phenamiphos
Thimet	Phorate
Counter	Terbufos

-- (مقارنة بين):

المبيدات الجهازية	مدخنات التربة
Systemic nematicides	*Soil fumigants*
1- Virtually non-volatile	1- Highly volatile
2- Moderately persistent	2- Relatively short action
3- Relatively selective Pest	3- Non- specific pesticide
4- Relatively slow-acting	4- Fast-acting
5- Low to moderate phytotoxicity	5- Moderate to severe phytotoxicity
6- less temperature dependent	6- Temperature dependent

فى داخل النبات يمكن للنيماتودا أن تتأثر بالتأثير المباشر أو التأثير الغير مباشر نتيجة هضم المادة السامة نتيجة التغذية على محتويات الخلايا.

الاختراق، التغذية، والتكاثر للنيماتودا فى داخل أو على أنسجة النبات يمكن أن يتأثر بالتأثير المباشر من خلال ماء التربة والتأثير الجهازى خلال النبات أو بواسطة التأثيرين معاً.

تقريباً كل المركبات العضوية الفوسفورية والكاربماتية تمتلك كثيراً أوأقل من الصفات الجهازية ولكن طريقة التأثير تكون من خلال التأثير بالملامسة.

فى كثير من الحالات تنتعش وتنشط النيماتودا بعد تطبيق المبيدات وذلك نتيجة لان الزمن بين التسمم والقتل يكون طويلاً. وعموماً يختلف تأثر أنواع النيماتودا باختلاف أنواع المبيدات المستخدمة وبالتالى يختلف تأثير كل مبيد على أنواع نيماتودية معينة.

وزيادة النمو النباتي والمحصول بعد استخدام المبيدات قد لا يرجع إلى مكافحة النيماتودا على النباتات ولكن قد يرجع إلى التأثير على الأنزيمات الداخلية المرتبطة بالنمو وتثبيط وتنشيط البعض منها مما يؤدى إلى زيادة النمو ومثال ذلك زيادة المتاح من Indole acetic acid بعد معاملة الأناناس بالفيناميفوس أدى إلى زيادة وتنشيط

النمو النباتى بغض النظر عن درجة المكافحة المتحصل عليها وفيما يلى قائمة بأهم المبيدات المسجلة محلياً وعالمياً.

قائمة تبين أهم مبيدات النيماتودا الكيماوية المتاحة فى دول العالم المختلفة (تشمل مدخنات التربة - مبيدات النيماتودا الجهازية)

Common name	Registered trade name Manufacturer	Chemical name	Formulation and classification
Aldicarb	TEMIK Rhone Poulene	2-methyl-2 (methylthio) propionaldehyde 0-(methylcarbamoyl) oxime	Granular nematicide/ insecticide
Carbofuran	FURADAN FMC Corporation FURADAN Mobay Corp. CURATERR Bayer AG	2,3-Dihydro-2,2-dimehyl-7-benzofuranyl methylcarbamate	Granular and flowable insecticide nematicide
Chloropicrin	CHLOR-0-PIC Great Lakes Chem. Corp.	Trichloronitromethane	Liquid fumigant nematicide / insecticide /fungicide
1,3-D	TELONE II Dow Chemical Co.	1, 3-dichloropropene and related hydrocarbons	Liquid fumigant nematicide
1,3-D+ Chloropiecrin	TELONE C-17 Dow Chemical Co.	1,3- dichloropropene and related hydrocarbons + chloropicrin	Liquid fumigant multipurpose
1,3-E+ Methyl isothiocyanate	VORLEX Nor- Am Chemical Co.	1,3- dichloropropene and methyl isothiocyanate	Liquid fumigant multipurpose
Ethoprop	MOCAP Rhone Pouelene	0-ethyl S, S-dipropyl phosphorodithiate	Granular or emulsifiable liquid nematicide/ insecticide
Fenamiphos	NEMACUR Mobay Corp. NEMACUR Bayer AG	Ethyl 3-methyl-4 (methylthio) phenyl (1-methylethyl) phosphoramidate	Granular or emulsifiable liquid nematicide
Methyl bromide	BROM-O-GAS BROM-O-SOL TERR-O-GAS Great Lakes Chem. Corp.	Bromomethane+ chlocopicrin	Gas fumigant nematicide
Oxamyl Terbufos Metam-Sodium	VYDATE E.I. duPont de Nemours COUNTER American Cyanamid Co. VAPAM ICI Americas, Inc. BUSAN 1020 Buckman Laboratories, Inc.	Methyl N', N'- dimethyl-N-[(methyl- carbamoyl)oxy] -1 thiooxamimidate S-[[(1,1 dimethylethyl)thio) methyl] 0,0= diethyl phosphorodithioate sodium N-methyldithiocarbamate	Granular or water-soluble liquid nematicide/ insecticide Granular nematicide/ insecticide Water- soluble aquous solution nematicide/ fungicide/ herbicide

- استخدام مبيدات النيماتودا The use of Nematicides:

الهدف من استخدام مبيدات النيماتودا هو حماية النباتات من التأثيرات الناشئة عن غزو النيماتودا المتطفلة نباتياً وجعل تأثيراتها على أداء النباتات غير معنوى وبالتالى تزداد قوة النباتات ويزيد المحصول فى نهاية المطاف. ولكن مع زيادة التكلفة الاقتصادية لاستخدام المبيدات يجب أن يكون استخدامها على المحاصيل الهامة ذات العائد الاقتصادى شكل (172-174).

- طرق تطبيق المبيدات الجهازية Applying Nematicides:

يمكن لمبيدات النيماتودا أن تطبيق بإحدى الطرق التالية:

1- التغطية الكاملة Overall.

2- معاملة الصفوف Row treatment.

3- معاملة الشرائط Strip treatment.

4- معاملة نقطة معينة Spot treatment.

5- بجانب النبات Side dressing.

6- مع البذرة Seed dressing.

7- مع ماء الرى With irrigation water.

1- التغطية الكاملة Overall treatment:

وفيه يمكن استخدام المبيدات لكل الحقل سواء المدخنات أو المبيدات الجهازية. فى حالة المدخنات ذات الضغط البخارى العالى High vapor pressure يجب أن تغطى بالبولى ايثلين بعد المعاملة مع أحكام غلق أى فتحة خارجة أو على حواف البلاستيك ويمكن أيضاً استخدام محببات Granules فى هذه الطريقة عن طريق النشر على سطح التربة بانتظام كذلك المركبات السائلة Liquid يمكن رشها على السطح وبعد

ذلك تخلط المحببات أو السوائل بالتربة جيداً (10سم) ويمكن استخدام Disk harrow فى هذا الغرض.

تعريف Nemagation: استخدام وتطبيق مبيدات النيماتودا من خلال أنظمة الرى Irrigation system **ولهذه الطريقة فوائد جمة منها:**

1- التماثل فى التوزيع والانتشار.

2- الوقت اللازم للتطبيق بسيط وقليل.

3- سهلة الخلط مع التربة.

4- قلة انضغاط التربة.

5- قلة الخطورة للقائمين عليها.

6- قلة المبيدات المستخدمة.

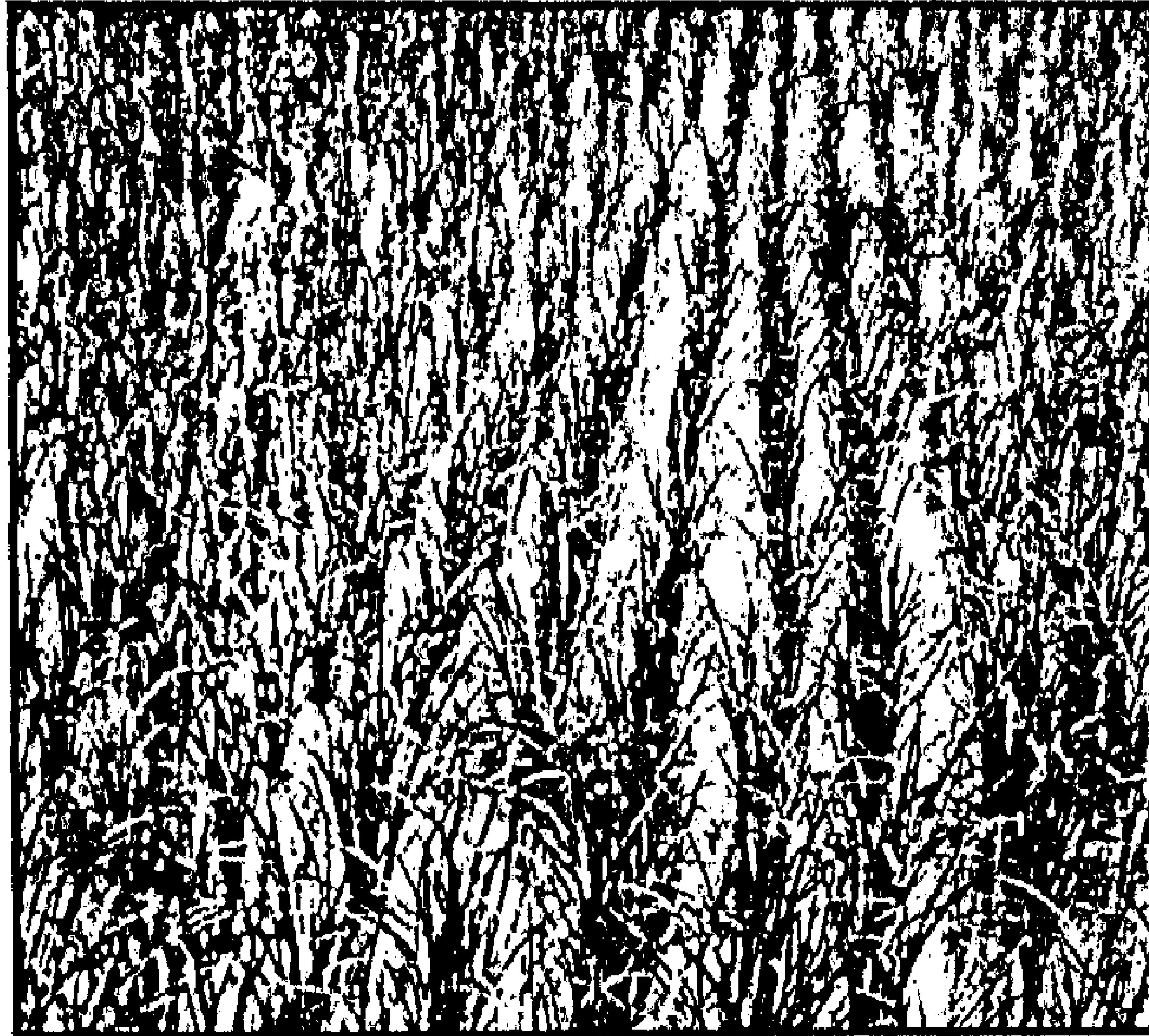
7- ذات كفاءة عالية.

8- اقتصادية.

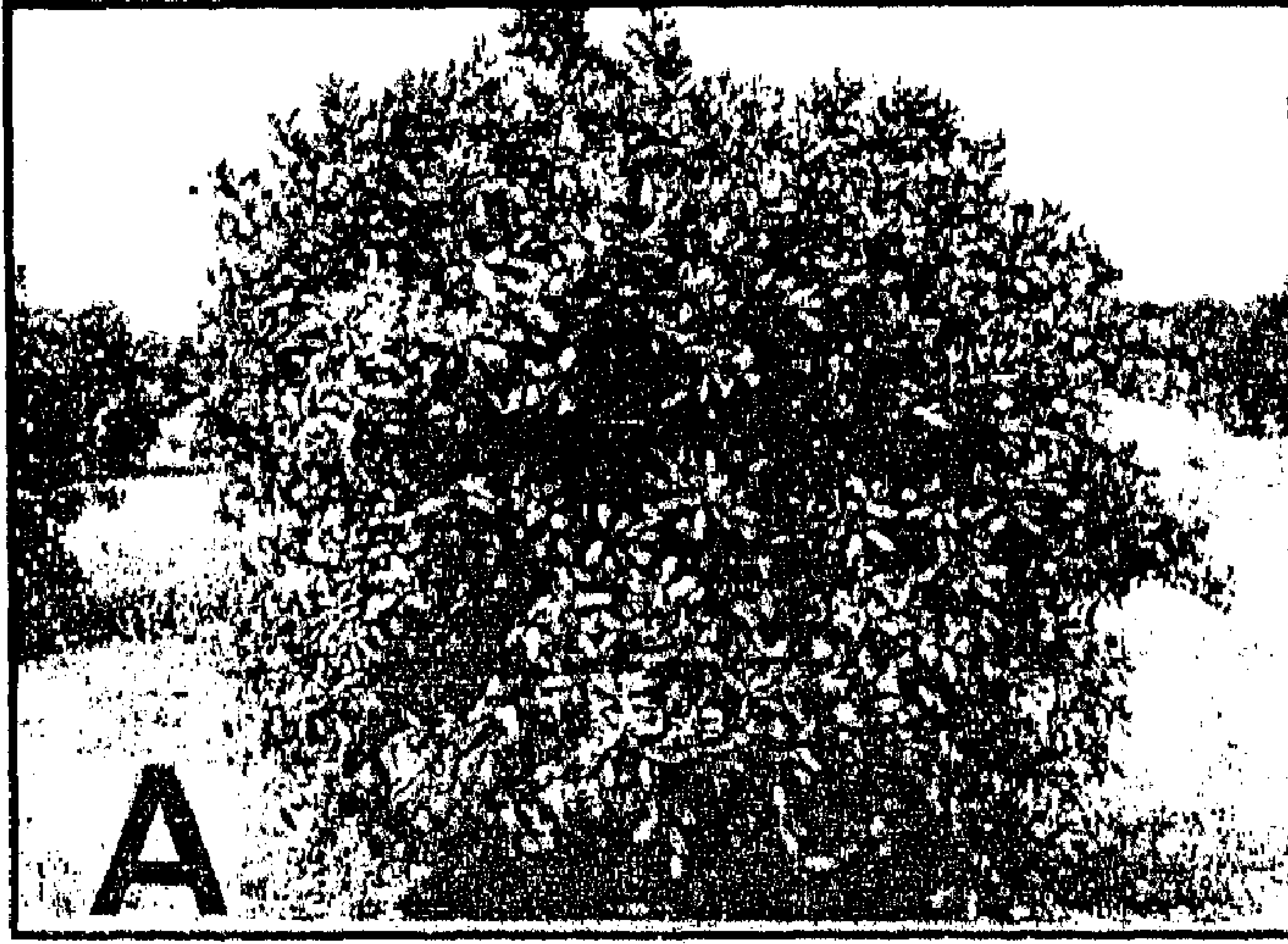
9- لا تلوث البيئة إلا قليلاً.

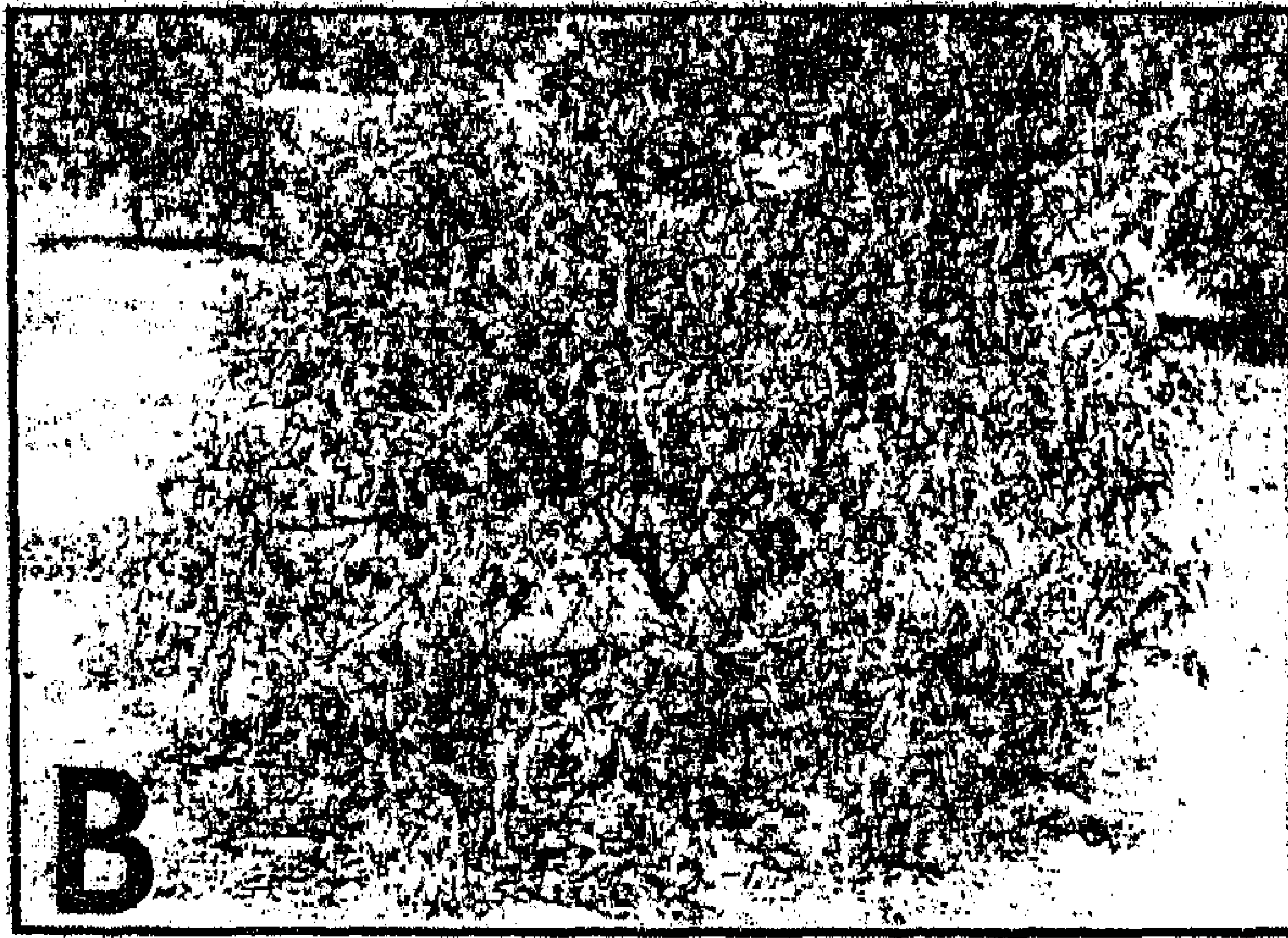


شتلات أرز مصابه بنيماتودا الأرز - لاحظ ضعف النباتات وقلة العدد



مستنقع أرز عولج قبل الزراعة بالمبيدات الكيميائية - نفس العمر
لاحظ نمو الشتلات القوى وزيادة اعداد النباتات.
شكل رقم (172)

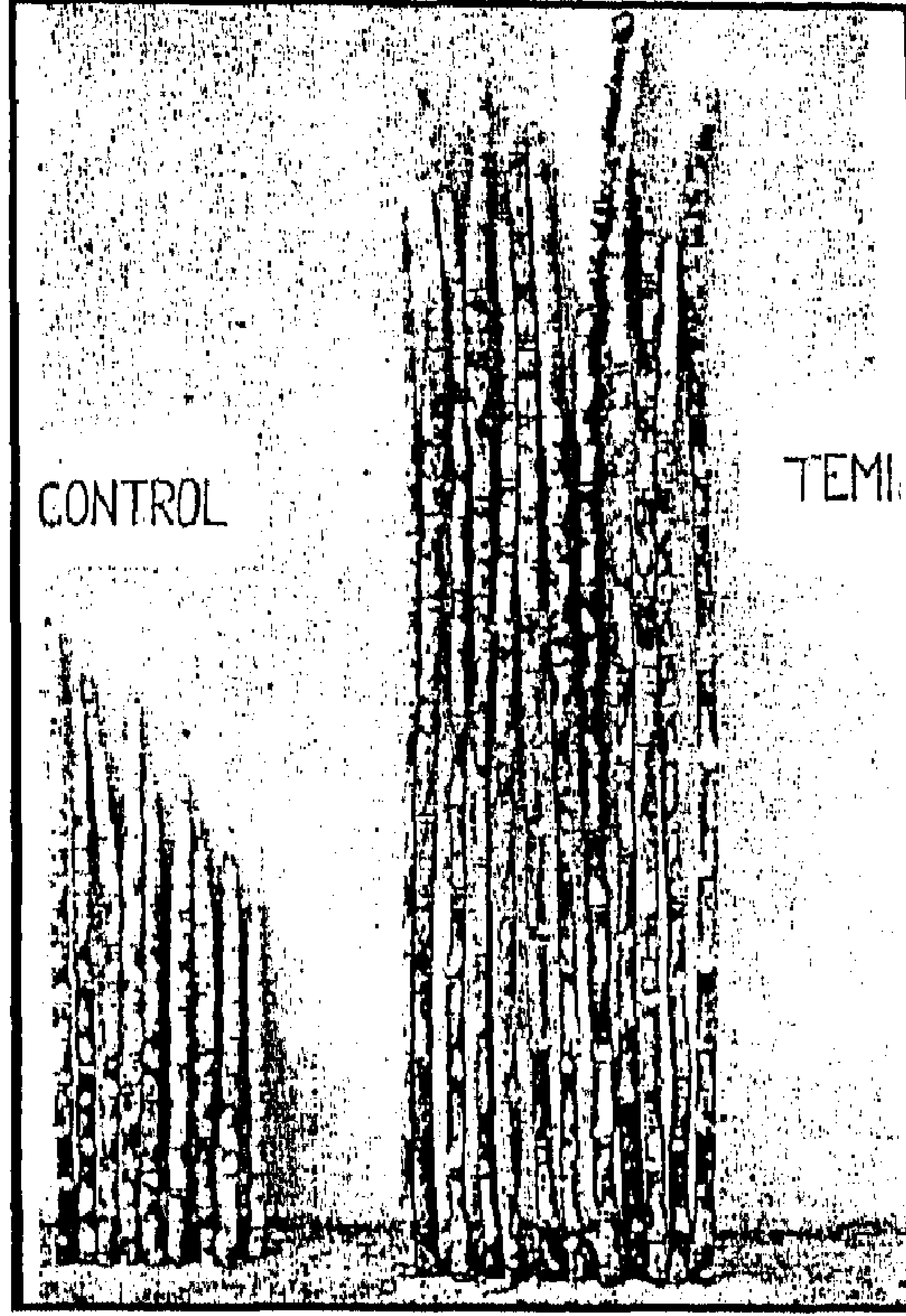




A- أشجار موالح تنمو فى تربة ملوثة بنيماتودا الموالح ولكن تمت معالجة التربة بمدخنات التربة. يلاحظ النمو الجيد للاشجار بعد المعالجة.

B- أشجار موالح تنمو فى تربة ملوثة بنيماتودا الموالح بدون معالجة كيماوية. يلاحظ النمو الضعيف للاشجار وظهور أعراض الذبول على الأفرع والأوراق

شكل رقم (173)



النيماتودا المتطفلة على قصب السكر
مقارنة بين عيدان قصب سكر ناميه فى تربة ملوثة بالنيماتودا وأخرى فى تربة ملوثة معاملة بالمبيدات ويظهر الفرق واضح فى النمو، يمين: معامل، يسار: غير معامل



يمين: غير معامل يسار: معامل بالمبيدات
شكل رقم (174)

2- معاملة الصفوف **Row application:**

يمكن فيها استخدام المبيدات السائلة. تستخدم قبل الزراعة وتوضع المبيدات أعمق من الخطوط 6-8 بوصة .. ويمكن استخدام المحببات أيضاً.

3- معاملة الشرائط أو المهاد **Strip or bed treatment:**

تستخدم فى المحاصيل التى تزرع على خطوط عريضة مثل بساتين الفاكهة Vineyards, Orchards وبعض مهاد البذرة (من 4-10 قدم عرض) أى أن المناطق المعاملة تراوح بين ثلث – نصف المنطقة وهى توفر من الكيماويات والوقت ولكن يعاب عليا احتمال التلوث من التربة الغير معاملة.

4- المعاملات المنفردة **Spot treatment:**

فى حالة وجود النيماتودا فى موقع معين محدد فى الحقل ويمكن أن تعامل بصورة فردية فى حالة ما إذا كانت التربة المحيطة بها خالية من الإصابة النيماتودية.

5- المعاملة بجانب النبات **Side- dessing treatment:**

حيث تكون النيماتودا قد سببت مشكلة وأصبحت مشكلة مثل مزارع العنب والمشاتل ومزارع الفاكهة (المزارع المستديمة).

-كيف تؤثر المبيدات على النيماتودا **Mode of action of Nematicides:**

- العلاقة بين النيماتودا والنبات **Nematode- plant relationships:**

معظم النيماتودا التى تتطفل على النباتات تتغذى على الجذور- السوق- الأوراق. بالنسبة للمتغذيات الجذرية فإن طبيعة المنطقة المحيطة بالجذور Rhizosphere أو ما حول أسطح الجذور فإن ذلك يؤثر على توجه النيماتودا وانجذابها وحركتها واختراقها وتغذيتها وتكاثرها.

فى النيماتودا المتطفلة خارجياً فإنها تعيش خارج الجذور وتخترق أنسجة الجذور بالرمح بدون الدخول للجذور والبعض يخترق بمقدمة الجسم الجذور أما المتطفلات الداخلية فإن النيماتودا بالكامل تكون داخل الجذور. للمبيدات الجهازية تأثيرات بالملامسة على النيماتودا وكذلك تأثير جهازى.

- التأثير بالملامسة Contact action:

التأثير الأساسى للمبيدات الجهازية على أعداد النيماتودا فى التربة والنبات يرجع إلى التأثير بالملامسة تأثيراً مباشراً ونتيجة لذلك يقل فقس البيض Hatching ويمكن أن تقف عمليات الفقس للبيض نهائياً وكاملاً نتيجة تثبيط الكولين استراز Cholin esterase كذلك فإن تثبيط هذا الإنزيم يؤدى إلى عدم قدرة النيماتودا على التوجه الصحيح للجذور dis-Orientation وحدوث الشلل التام للإفراد فى التربة أو الجذور. وينتج عن ذلك قلة حركة النيماتودا أو عدم الحركة نهائياً.

- التأثير الجهازى أو الملامسة Contact and (or) Systemic action:

من الصعب التمييز بين التأثير بالملامسة في ماء التربة والتأثير الجهازى خلال النبات وذلك بسبب أن النيماتودا لا تقتل مباشرة بهذه المبيدات. وعلاوة على ذلك فإن سلوك النيماتودا يمكن أن يتأثر بإفرازات الجذور التى تحتوى على المبيدات الجهازية التى تفرز فى منطقة الريزوسفير.

- (التأثيرات المعاكسة والسيئة للمبيدات فى التربة):

Adverse effects of nematicides in soil :

ظهور تأثيرات السمية على النباتات المعاملة بالمدخنات بوضوح خصوصاً فى المناطق الباردة كأوروبا وكندا وأمريكا عند استخدامها فى فصل الربيع فى التربة الرطبة. كذلك التأثير السئ على كائنات التربة الدقيقة مثل Nitrifying bacteria مع تراكم الأمونيا ومستوياتها السامة فى التربة.

كذلك تراكم متبقيات المبيدات السامة ومشتقاتها فى التربة أو نواتج تحللها يمكن أن تبقى لشهور عديدة بالرغم من أن فترة نصف الحياة لها Half-lifes فى المعامل حسبت بالأسابيع.

- مبيدات النيماتودا وتلوث المياه الجوفية الأرضية :

Nematicide and ground water contamination :

ظهور العقم فى العمال فى مصانع إنتاج DBCP وظهور أن هذا المركب مسبب للسرطان أدى إلى التفتيش على مياه الآبار من التلوث. ولقد وجدت آبار ملوثة بهذه المبيدات بمستويات غير آمنة من DBCP. ولقد علق استخدام هذا المركب فى كاليفورنيا 1977 وتم استبعاده فى أمريكا 1979.

المياه الأرضية الجوفية وجدت ملوثة بالتميك ومتبقياته فى نيويورك فى 1979 ولقد وجد التلوث فى ولايات أمريكية عديدة بالمركبات العضوية، Carbofuran Aldicarb, D-D, EDB, DBCP 50% من مياه الشرب فى أمريكا مياه جوفية.

- (مخاطر المبيدات على البيئة):

Environmental Risks with Nematicides and the need for new approaches Environmental risks:

كان اكتشاف المركبات، DBCP وEDB وD-D فى عام1943، 1945، 1954 جزء متكامل من ثورة المبيدات وغيرت بشدة كيفية مكافحة النيماتودا المتطفلة نباتياً وأدى استخدام مبيدات النيماتودا إلى نجاح الزراعات الحولية والبساتين المستديمة من فاكهة وعنب. ولقد أمكن باستخدام جرعات عالية من مدخنات التربة إزالة والقضاء على النيماتودا إلى عمق 3-4 متر.

ما بين عام 1950-1960 تطورت المبيدات العضوية الفوسفورية والكربماتية حيث كانت ذات خواص جهازية. كذلك تطورت طرق استخدام المبيدات من خلال التطبيق فى الخطوط والأحواض والرى بالرش. وكان استخدام الرى عاملاً مؤثراً فى زيادة تحرك المبيد إلى أسفل فى التربة.

– الاستخدام الأمثل لمبيدات النيماتودا :

الاستخدام الزائد للمبيدات يعتبر إسراف ويؤدى إلى ظهور سلالات مقاومة من الكائن المراد مكافحته ويؤدى إلى تلوث البيئة. ولقد بينت الدراسات أنه من الناحية الاقتصادية فيجب استخدام مبيدات النيماتودا عندما تكون هناك مبررات اقتصادياً لاستخدامها ولا تكون عبئاً على التكاليف.

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار مستوى النيماتودا المراد خفضه وإلى أى مدى ولا يمكن القضاء نهائياً على النيماتودا Complete population destruction وقد يكون ذلك مطلوباً فى حالة بعض أنواع النيماتودا العنيفة على العوائل التى لا تحتملها.

ولقد بينت الأبحاث أن القضاء على 50–70% من تعداد النيماتودا يعطى محصولاً مقبولاً. ويمكن تحقيق مستوى قليل أو منخفض من المكافحة عن طريق تطبيق استخدام من ثلث – نصف الكيماويات اللازمة لتحقيق 95% موت.

استخدام جرعات منخفضة من المبيد بصفة متكررة خلال النصف الأول من موسم النمو يعطى محصول ممتاز وحتى أن كانت الجرعة نصف – ثلثى الجرعة الموصى بها. ويؤدى ذلك إلى تقليل تلوث التربة بالمبيدات.

التعداد الأولى للنيماتودا يحدد مدى ونسبة إصابة النباتات على مدى الموسم .. وبينت التجارب أن المعاملات بعد الزراعة تعطى مكافحة غير فعالة أو معنوية.

– الاتجاهات الحديثة والمبيدات الغير تقليدية :

Future development and Non-traditional nematicides :

الكيماويات المشتقة من النباتات Chemical derived from plants أو من الكائنات الدقيقة Micro-organism أو من متبقيات الصناعة Industrial products أو تشجيع بكتيريا الريزوسفير باستخدام إضافات معينة مثل الببتون Peptone أو تشجيع البكتيريا المفرزة لمواد سامة للنيماتودا وتثبيط حركتها وتطورها أو تبعدها عن منطقة الجذور تكون ذات استعمال آمن وفعال إذا ما أدخل فى برنامج للمكافحة المتكاملة.

– مشاكل المكافحة الكيميائية Chemical Control Problems:

تلعب الأشكال النيماتودية المختلفة وطبيعة التغذية والأطوار المختلفة الموجودة فى التربة وفى الجذور دوراً فى تعقيد استخدام المبيدات الكيماوية وظهور مشاكل عديدة مثل وجود حويصلات بالتربة أو قشرة البيض أو كيوتيكل النيماتودا نفسه الذى يلعب دوراً كحائل ضد نفاذية المبيدات المختلفة للداخل وتؤدى إلى قلة كفاءة هذه المبيدات كما يصل وجود النيماتودا فى التربة إلى أعماق بعيدة تصل إلى 3–6 قدم أو أعمق.

كما أن التربة نفسها تلعب دوراً كعائق ضد نفاذية وانتشار المبيد ووصوله إلى النيماتودا وتلعب دوراً فى امداد كائنات التربة بالمصادر الغذائية ودور هذه الكائنات فى تحلل هذه المبيدات أو عدم تنشيطها أو وصول المبيدات إلى الهدف بتركيزات غير كافية لقتلها. كما أن هذه المبيدات تبقى فى التربة مع نواتج تحللها لفترات طويلة مما تسبب تلوث البيئة تلوثاً يسهم فى التأثير على الإنسان والحيوان.

تعتبر مبيدات النيماتودا Nematicides من أهم الطرق التى يعتمد عليها فى مكافحة الأنواع المختلفة للنيماتودا.

ولقد بدأ الاستخدام التجارى للمبيدات النيماتودية عام 1945 واستخدمت طرق مختلفة وذات كفاءة فى تطبيق استخدام المبيدات ولقد زاد الاعتماد على المبيدات كثيراً فى السنوات التالية لذلك وكان أساس استخدام هذه المبيدات هو تقليل تعداد النيماتودا فى التربة قبل الزراعة وذلك لحماية الكثير من المحاصيل الاقتصادية القابلة للإصابة. ولقد استخدمت هذه المبيدات فى مساحة 1.7 مليون آكر فى الولايات المتحدة الأمريكية.

-المكافحة المتكاملة للآفات النيماتودية Nematode Integrated Control:

تعتبر المكافحة المتكاملة عملية إدارة للآفات باستخدام أكثر من طريقة من طرق المكافحة بصورة متجانسة متكاملة بغرض الوصول بأعداد الآفة إلى مستوى تحت مستوى الضرر الاقتصادى.

ولتحقيق المكافحة المتكاملة للآفات النيماتودية يمكن ذلك باستخدام إحدى نظامين:

1- **النظام الأول:** استخدام عناصر المكافحة المتكاملة بصورة متتالية من موسم إلى آخر بالتتابع أى تدريجياً.

2- **النظام الثانى:** باستخدام عناصر المكافحة المتكاملة فى الحال مباشرة (مع بعضها فى نفس الوقت).

والطريقة المتبعة حالياً هو استخدام العديد من وسائل المكافحة المتكاملة المتوفرة فى المجال الزراعى ولكن كل وسيلة ذات محدودية معينة فى مجال التكامل. وبصورة أخرى تطبيق عناصر المكافحة المتكاملة ذات القدرات المختلفة فى مكافحة الآفة للحصول على انخفاض فى أعداد النيماتودا بصورة مقبولة وذلك لحماية المحصول.

وقد ينشأ عن استخدام عناصر المكافحة المتكاملة تأثيرات منشطة وإيجابية فى المحصلة النهائية أو تأثيرات مثبطة سالبة.

وموضوع المكافحة المتكاملة ليس موضوعاً جديداً حيث بين Tyler (1933) فى كاليفورنيا منذ أكثر من سبعون عاماً أن استخدام أكثر من أسلوبين من أساليب المكافحة للآفة النيماتودية يعطى نتائج إيجابية عن استخدام أسلوب واحد فى مكافحة نيماتودا التعقد الجذرى. كذلك أوضح أن استخدام التبوير مع الرطوبة أو المحاصيل المقاومة ومكافحة الحشائش بعد استخدام المبيدات الكيماوية أو الطرق الزراعية تعطى نتائج مقبولة.

ومن المعروف أن كل وسيلة من وسائل المكافحة المتكاملة تعطى نتائج جزئية الإيجابية والكفاءة ولذا يلزم استخدام أكثر من طريقة وكنموذج من أساليب المكافحة المتكاملة كى تكون النتائج تامة الإيجابية والكفاءة.

Fully effective ←——— Partially effective + Partially effective.

والطرق التى تعطى نتائج تقرب من 100% بصورة فردية لا تعيش طويلاً وذلك قد يرجع إلى أن النيماتودا تتأقلم مع هذه الطريقة حتى تفقد فعاليتها وعلى ذلك لحماية وحفظ الطرق العالية الكفاءة يجب أن تتضافر وتتحد مع بعضها فى مكافحة متكاملة العناصر.

ونظام المكافحة المتكاملة وطريقة استخدام عناصرها وزمن الاستخدام من أسباب نجاح المكافحة المتكاملة System approach ومن المعروف جيداً أنه يلزم لكل آفة منفردة أو كل نوع نيماتودى معين نظام معين من المكافحة المتكاملة للسيطرة على أعداده.

وبعد استبعاد الكثير من مبيدات النيماتودا الكيميائية يجب البحث جيداً عن عناصر أخرى جديدة تدخل مجال المكافحة المتكاملة كعناصر بديلة للمكافحة الكيميائية وهناك من العناصر الاقتصادية والبيئية ما يحكم عملية استخدام المكافحة المتكاملة مثل التكلفة وقيمة المحصول المزروع ومقدار الخسائر المتحصل عليها من الآفة النيماتودية الموجودة في التربة وكذلك الظروف البيئية السائدة وتأثيرها على استخدام عناصر المكافحة المتكاملة.

وعند تطبيق برنامج المكافحة المتكاملة لآفة معينة يستلزم ذلك جمع العديد من المعلومات عن بيولوجية التعداد النيماتودى وكثافته فى التربة على مدار السنة أو الموسم وكيف تمضى النيماتودا فصل الشتاء وتأثير التعداد على الحالة العامة للنباتات ومقدار المقاومة فى العائل والعلاقة بين التعداد النيماتودى فى التربة والمقدرة على أحداث المرض والعدوى وخصوصاً مع الأشجار المستديمة فى التربة كمزارع العنب والموالح والموز وارتباط ذلك بنمو الجذور ومقداره وخصوصاً فى مواعيد خروج الجذور الجديدة Flushes ويجب البعد عن تقدير دور كل عنصر من عناصر المكافحة المتكاملة بصورة فردية واللجوء إلى الاختبارات التى تجرى على أكثر من طريقتين متجانستين.

ولجوء الكثير إلى استخدام المكافحة الكيميائية باستخدام مبيد نيماتودى قوى أدى إلى عدم تطبيق واستخدام أكثر من طريقتين من طرق المكافحة المتكاملة فى الحقل.

ومن المعروف أنه أصبح الآن توجد فجوة كبيرة فى مجال مكافحة النيماتودا بعد انسحاب معظم مبيدات النيماتودا الكيميائية من الأسواق بتأثيراتها على البيئة وسوف تزيد هذه الفجوة – فى المستقبل وسوف تزداد خسائر المحاصيل نتيجة النيماتودا.

ومن المعروف علمياً أن الاعتماد بصورة كلية على طريقة واحدة فعالة جداً لمكافحة النيماتودا يؤدى إلى تعرض المحاصيل لخطر فقد هذه القدرة نتيجة الضغط الحادث من هذا العنصر على تعداد النيماتودا فى التربة Selection pressure exerted upon the nematode population. هذا التهديد السابق يبقى دائماً موجوداً فى حالة الأصناف المقاومة المعتمدة على جين واحد Single gene resistance حيث تكون المقاومة ضعيفة وقابلة للكسر عند وجود سلالة عنيفة Virulent race وكذلك لتغيير مواعيد الزراعة والحصاد.

استخدام المعاملات الكيميائية بجرعات عالية High dosage rates (وهى ضد صحة الإنسان وصحة البيئة) مهددة أيضاً بظهور سلالات نيماتودية مقاومة لها وظهور الكائنات الدقيقة التى يمكن أن تحللها وتعمل عليها Biodegradation by soil microorganisms. وعلى ذلك فإن استخدام عناصر مختلفة للمكافحة المتكاملة فى تجانس يقلل من احتمال انهيار المكافحة أو ضعفها أو ضعف كفاءتها أو فى تأثيراتها على البيئة.

– كيفية تطبيق المكافحة المتكاملة Application approach:

استراتيجيات المكافحة المتكاملة (تعد العناصر الداخلة فيها) يمكن أن تطبق بطريقتين:

1- طريقة متدرجة Sequentially أو متتابعة.

2- أكثر من طريقة فى نفس الوقت Simultaneously.

فى الطريقة الأولى: تتضمن من موسم إلى موسم أو سنة إلى سنة تطبيقاً للمكافحة المتكاملة (دورات). فى هذا النظام يتركز الاستخدام على الدورات الزراعية أو المحاصيل غير العائل أو الأصناف المقاومة أو كليهما ويمكن إضافة عناصر مكافحة أخرى للتكامل مثل الطرق الكيميائية أو الزراعية أو الحيوية. وتطبيق هذه العناصر على سنوات مختلفة وعلى محاصيل مختلفة قابلة للإصابة بالنيماتودا المراد مكافحتها. وتعتبر هذه الطريقة مكافحة من موسم إلى موسم.

فى الطريقة الثانية: تتضمن تطبيق لأكثر من عنصرين أو ثلاثة من عناصر المكافحة المتكاملة فى نفس الوقت وهذه الطريقة تناسب المحاصيل المستديمة وكذلك الحولية.

- **الطريقة الأولى تسمى Sequentiall combination approach.**
- **الطريقة الثانية تسمى Simultaneous combination approach.**

ويستلزم فى الطريقة الثانية معرفة مدى التوافق بين عناصر المكافحة المطبقة فى نفس الوقت Compatibility ومعرفة درجة كفاءة كل عنصر من عناصر المكافحة Degree of efficacy.

مثال: المكافحة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور:

برامج المكافحة المتكاملة لنيماتودا التقعد الجذرى معقدة وغير متوفرة للأنواع السائدة *M.incognita, M.javanica, M.arenaria* وخصوصا على المحاصيل الحولية annuals field وكذلك محاصيل الخضر في المناطق الدافئة والاستوائية وخصوصاً بعد انسحاب مبيدات النيماتودا الكيميائية (وخصوصاً مدخنات التربة والمبيدات الجهازية) وكذلك مع وجود أو عدم وجود بدائل (ضعيفة الكفاءة) والتى لم يدرس ويبحث دورها داخل برامج المكافحة المتكاملة.

فى مجال الأصناف المقاومة لبعض أنواع المحاصيل القابلة للإصابة توجد بعض الأصناف المقاومة لبعض أنواع نيماتودا التعقد الجذرى فى الطماطم واللوبيا والفول

والبطاطا وهناك مجال واسع للاختيار فى محاصيل الطماطم واللوبيا وهذه الأصناف تتحمل الإصابة وتعطى محصولاً عالياً تحت تأثير مستويات عالية من النيماتودا وتؤدى إلى خفض إعداد النيماتودا فى التربة بصورة عالية فى أصناف الطماطم ومتوسطة فى أصناف اللوبيا.

ويعتمد ذلك على أعداد النيماتودا الابتدائية فى التربة قبل زراعة الصنف المقاوم. وتقوم هذه الأصناف العالية المقاومة والقريبة من المنيعة بخفض أعداد النيماتودا فى التربة إلى مستوى تحت الضرر الاقتصادى Non-damagin-Level وبالتالى يكون المحصول التالى لها فى أمان.

وتلعب الأصناف المقاومة دوراً هاماً عندما تستخدم فى الدورة الزراعية وذلك للمدى العائلى الواسع لنيماتودا التعقد الجذرى حيث لا يسمح ذلك إلا بإعداد قليلة من المحاصيل المربحة للمزارع Cash crops والاستخدام المتكرر للأصناف المقاومة داخل الدورة يؤدى إلى خروج سلالات نيماتودية عنيفة.

ويلعب تاريخ الزراعة وتاريخ الحصاد Planting and harvest dates كما تلعب محاصيل القمح والشعير دوراً هاماً فى مجال مكافحة نيماتودا التعقد حيث تقلل من تعداد التلف الحادث فى المحاصيل التى تعقبها.

كذلك يلعب الجفاف والتبوير Summer fallow والمحاصيل الصائدة trap cropping ومحاصيل الغطاء Cover crops تلعب دوراً هاماً إذا أدخلت فى المكافحة المتكاملة فى تخفيف اعداد النيماتودا فى التربة والإقلال من أعداد الأجيال فى التربة. واستخدام المادة العضوية والتسميد الأخضر يؤديان أيضاً إلى خفض اعداد النيماتودا فى التربة Organic amendements or green manuring.

وفى النهاية يجب الاهتمام بعمليات نقل الصفات المرغوبة من صفات المقاومة من صنف إلى آخر حيث يؤدى ذلك إلى خروج أصناف جديدة مقاومة لنيماتودا التعقد الجذرى.

من المعروف أن استخدام التأثير المضاف لأكثر من عاملين من عوامل المكافحة المتكاملة يقلل من الاعتماد على عنصر واحد من عناصر المكافحة وحتى وأن كان ذو فعالية عالية. والمزارع يجب أن يحصل على نتائج فعالة فى خلال فترة قصيرة عنه من خلال برنامج طويل المدى وقد يقبله على كره.

ويجب فى برامج المكافحة المتكاملة التى تستخدم أصناف مقاومة أن تتبادل مع أصناف قابلة للإصابة لتخفيف الضغط على التعداد النيماتودى فى التربة حتى لا تخرج سلالات عنيفة. كذلك استخدام طرق المكافحة ذات الكفاءة العالية يجب أن تستخدم بالتبادل مع طرق أقل كفاءة حتى لا تخرج سلالات عنيفة وحتى تكون أعداد النيماتودا فى التربة وقدرتها المرضية يمكن أن يتحملها المحصول المزروع.

وباستخدام عناصر مكافحة متكاملة ذات كفاءة عالية قد لا يكون مرغوبا حيث أن هذه الكفاءة قد تكون أكثر من الاحتياج لإنتاج محصول وفير أو عائد اقتصادى معقول يمكن تحقيقه بوسائل متوسطة الكفاءة.

كذلك لا تستخدم عناصر مكافحة متكاملة ذات كفاءة ضعيفة قد يكون محصلتها تعرض المحصول لتعداد نيماتودى عالى يؤثر عليها اقتصادياً.

ولقد وجد أنه لكى تطبق مكافحة متكاملة للنيماتودا هناك مرحلتان:

1- **مرحلة الأهداف الأولية السريعة:** حيث تقلل من التعداد الأولى فى التربة (Pi إلى مستوى الضرر الغير اقتصادى) الذى يمكن أن يؤدى إلى إعطاء عائد جيد على المحصول التالى. وللحصول على ذلك يمكن استخدام مبيدات النيماتودا الكيميائية أو استخدام الطرق الزراعية أو استخدام أصناف مقاومة أو متحملة للإصابة للإقلال من التعداد الأولى.

2- **المرحلة الثانية الإقلال من تضاعف** وتكاثر النيماتودا بحيث تبقى النيماتودا فى التربة بصورة قليلة العدد بعد استخدام برنامج مكافحة نيماتودا فى موسم واحد. والمرحلتان السابقتان يؤثرات على بعضهما معنوياً.

ومن الملاحظ أن تخفيض إعداد النيماتودا الأولى فى التربة بحيث يكون أقل من مستوى الضرر الاقتصادى على المحصول الحالى يؤثر على التعداد النهائى ولكن لا يؤكد تخفيضه. واستخدام المبيدات على محصول قد يعطى محصول جيد ولكن مستوى تعداد نيماتودا نهائى عال يمكن أن يتطور على المجموع الجذرى الغير مصاب نتيجة المبيدات. وكذلك الأصناف التى تتحمل الإصابة أو القليلة المقاومة لها نفس التأثير.

-المكافحة المتكاملة لنيماتودا حويصلات فول الصويا Soybean cyst nematode:

بين العالم المرموق Sasser أن قيمة استخدام 2–3 سنة زراعة عوائل غير مناسبة nonhost crop (ذرة) فى الدورة الزراعية كفترة راحة داخل دورة زراعة فول الصويا يسبب زيادة المحصول ويقلل من إعداد *H.glycines*.

وفى تركيبه من مبيدات النيماتودا وأصناف مقاومة من فول الصويا ثم يتبعها دورة من محاصيل ليست عائل Non host قللت اعداد النيماتودا إلى مستوى غير ضار اقتصادياً لفول الصويا العادى.

ولقد لوحظ أن مبيدات النيماتودا لا تستطيع تخفيض أعداد النيماتودا العالية ولكن تعمل فقط على الأعداد القليلة.

ومن المعروف أن نيماتودا *H.Schachtii, H.glycines* تنتج عدة أجيال فى الموسم الواحد مما يعقد المشكلة ويعقد عملية المكافحة Multiple generations in a single season، حيث أن مبيد مثل الألديكارب يكون فعالاً فقط لمدة 6 أسبوع بعد المعاملة عند الزراعة وهذا بخلاف ما إذا استعمل مع نيماتودا حويصلات البطاطس التى تنتج جيلاً واحدا فى السنة أو الموسم. وفى حالة نيماتودا حويصلات فول الصويا فإن استخدام الزراعة المتأخرة للأصناف مبكرة النضج تؤدى إلى تقليل فترة تعرض الجذور لمدة 3 شهور بالمقارنة بالزراعة المبكرة للأصناف متأخرة النضج.

وتأخير الزراعة من مايو إلى يونية يمكن أن يقلل التعداد الأولى لنيماتودا الحويصلات بنسبة 50% حيث تفقس البيض فى غياب جذور العائل وموسم النمو القصير يقلل من وقت تكاثر وتضاعف النيماتودا.

ومن المعروف علمياً أيضاً أن التكامل فى طرق المكافحة يمكن أن يقلل من الضغط الناشئ على التعداد النيماتودى الذى يمكن أن يؤدى إلى خروج سلالات عنيفة Virulent ولذا ينصح أن يكون تكرار استخدام الصنف المقاوم فى أضيق الحدود.

وعموماً فإن نجاح المكافحة يتوقف على نجاح تكوين نظم المكافحة المتكاملة المتعددة Integration of multiple component management program.

ومن الاعتبارات الهامة أو الأهداف الهامة المنشودة من عملية التكامل فى مكونات المكافحة المتكاملة هو تحقيق **ما يلى:**

1- تخفيض التعداد الأولى للنيماتودا.

2- تخفيض القدرة التكاثرية للنيماتودا خلال الموسم الزراعى.

3- زيادة الإنتاج.

ولنجاح عمليات المكافحة المتكاملة ينبغى أن تعرف أن عملية المكافحة المتكاملة عملية معقدة جداً **وتحتاج إلى:**

1- دراسة التضاد والتوافق بين عناصر المكافحة المتكاملة. Synergism and antagonism between different strategies

2- يجب دراسة دور كل طريقة من طرق المكافحة المتكاملة على غيرها وتأثيراتها عليها تحت الظروف البيئية الخاصة بموضوع المكافحة والتعداد النيماتودى بها. أى دراسة التفاعل بين الطرق المختلفة للمكافحة المتكاملة وهذا التفاعل يتأثر بعوامل مختلفة عديدة منها وقت التطبيق، الكثافة العددية، النيماتودا موضوع الدراسة.

وعند تطبيق عوامل المكافحة المتكاملة يجب أن تعرف أن لكل عامل سواء كان كيماوياً أو بيولوجياً أو زراعياً منطقة تأثير قصوى فالبعض يعمل على الطبقة السطحية 15-20سم والآخر يعمل على طبقة أعمق من ذلك 60-90سم فيجب دراسة ذلك جيداً عند كل آفة.

أما بالنسبة لعامل المكافحة الحيوية الذى يعتبر Stage specific أى متخصص لمرحلة من مراحل تطور النيماتودا وليست الأطوار كلها فعند إدخاله فى منظومة المكافحة المتكاملة يجب أن يستفاد من هذه الخاصية وبصفة عامة فإن كفاءة برنامج المكافحة المتكاملة يتحدد عن طريق التفاعل بين عوامله والتداخلات الحادثة والتكامل بين عناصر المختلفة.

- التوافق Compatibility:

نجاح مكافحة النيماتودا باستخدام برنامج مكافحة متكامل (أكثر من إستراتيجية) يتوقف على التكامل بين كل الاستراتيجيات الداخلة فيه والتكامل بين أفراد كل إستراتيجية على حدة، حيث يشكل ذلك التكامل فى النهاية الكفاءة الكلية لبرنامج المكافحة، ويجب أن يراعى جيداً ويتجنب وجود عناصر عدم التوافق مثل استخدام المكافحة الكيميائية مع عنصر حيوى مضاد له.. كما أن استخدام عنصر ميعاد الزراعة قد يتضاد مع جدول استخدام الدورات الزراعية والنباتات الغير عائل.. كذلك فإن استخدام الأصناف المقاومة لنيماتودا حويصلات فول الصويا ولها مواعيد نضج محددة قد تتضاد مع نظام الدورة الزراعية أيضاً.

كذلك عامل الربح من الناحية الاقتصادية قد يشكل عنصر مضاد فى كثير من الأحيان لاستخدام إستراتيجية معينة للمكافحة والنجاح المتوقع لاستخدام منظومة مكافحة متكاملة لآفة نيماتودية يتوقف على النجاح الذى يمكن أن تحققه فى تحقيق أكبر قدر من التوافق بين الاستراتيجيات وأقل قدر ممكن من عدم التوافق.

– توصيات عامة بشأن طرق وكيفية أخذ العينات للتحليل النيماتودي:

General Recommendations for Nematode Sampling:

– معلومات هامة عند أخذ العينة Back ground information:

أسم مكان جمع العينة، نوع التربة وقوامها، الأعراض الظاهرية (إصفرار– تقرحات – تعفن جذور – وجود أورام – ذبول)، تعاقب المحاصيل فى السنوات السابقة Cropping history والمحصول الحالى والمحصول القادم وميعاد آخر معاملة بمبيدات النيماتودا ونوعها. تعتبر هذه المعلومات ثمينة فى تشخيص مشكلة النيماتودا.

– ميعاد أخذ العينة Time of sampling:

يجب أن تؤخذ العينات قبل أى تعامل مع الحقل بأى طريقة وتكون النيماتودا فى حالة نشطة وتكون التربة رطبة – يجب أن تكون عينة التربة متضمنة جذوراً.

– تقسيم الحقل إلى قطاعات Stratifying the field:

يجب أن يقسم الحقل إلى عدة قطاعات طبقاً للمشاهدات الحقلية على المحصول السابق وقوام التربة – والرطوبة ونظام الصرف والتاريخ المحصولي وتجانس ظروف التربة وهذه القطاعات تسمى Stratum.

– عدد العينات المأخوذة Number of samples:

يجب أخذ عينات من كل Stratum على حدة بحيث يمكن رسم خريطة للتعداد النيماتودى. وعموماً فإن أخذ أكثر من عينة من الـ Stratum يؤدى إلى تحسين القدرة والكفاءة والدقة فى تقدير تعداد النيماتودا ونظام توزيعها فى التربة.

– حجم العينة Size of samples:

حجم العينة يتوقف على المساحة والمحصول وقيمته النقدية ويقاس حجم العينة بعدد المخاريط Cores التى تؤخذ من التربة. ويقدر العدد فى حقل متجانس حتى 5 فدان من 15–20 مخروط. ويختلف هذا العدد باختلاف نوع المحصول الذى سوف يزرع ونوع خطة المكافحة التى سوف تتبع ونوع التحليل (متضمناً تحاليل المواد الغذائية وغيرها).

ومما يقلل من تكلفة العينة احتوائها على العديد من المخاريط أكثر من أخذ عينات أكثر. ويجب إلا يزيد حجم العينة عن 500 جم من التربة (وذلك بعد خلط جميع المخاريط فى جردل نظيف خلط متجانساً وأخذ عينات مركبة شاملة منها). وتوضع العينة فى أكياس بلاستيك قوية ويوضع عليها Label خارجياً حتى لا يتلف.

- عمق أخذ العينة (العمق الرأسى) Depth of samples:

المخاريط التى تؤخذ من التربة من محاصيل حولية تؤخذ حتى عمق 12-18 بوصة – بعد فترة جفاف طويلة يجب أن تؤخذ المخاريط من أعماق أبعد 36 بوصة أما فى المحاصيل المستديمة (البساتين) ذات الجذور المتعمقة يجب أن تؤخذ العينة حتى 36 بوصة أو حتى المنطقة الصلبة. وفى حالة عينات التربة لتحليل حويصلات التربة فيمكن أخذ العينة سطحية.

- جمع العينات Collection of samples: (شكل 175)

يجب أن تؤخذ العينات من المناطق المصابة والسليمة على السواء. ويجب أن تؤخذ العينات من كل Stratum على حدة. ويجب أن تؤخذ العينات من منطقة الجذور "Root zone" ويجب أن تحتوى على جذور. وفى عينات البساتين يجب أن تؤخذ العينات عن tree drip line ويجب أن تحتوى العينة على الجذور المتغذية Feeder roots.

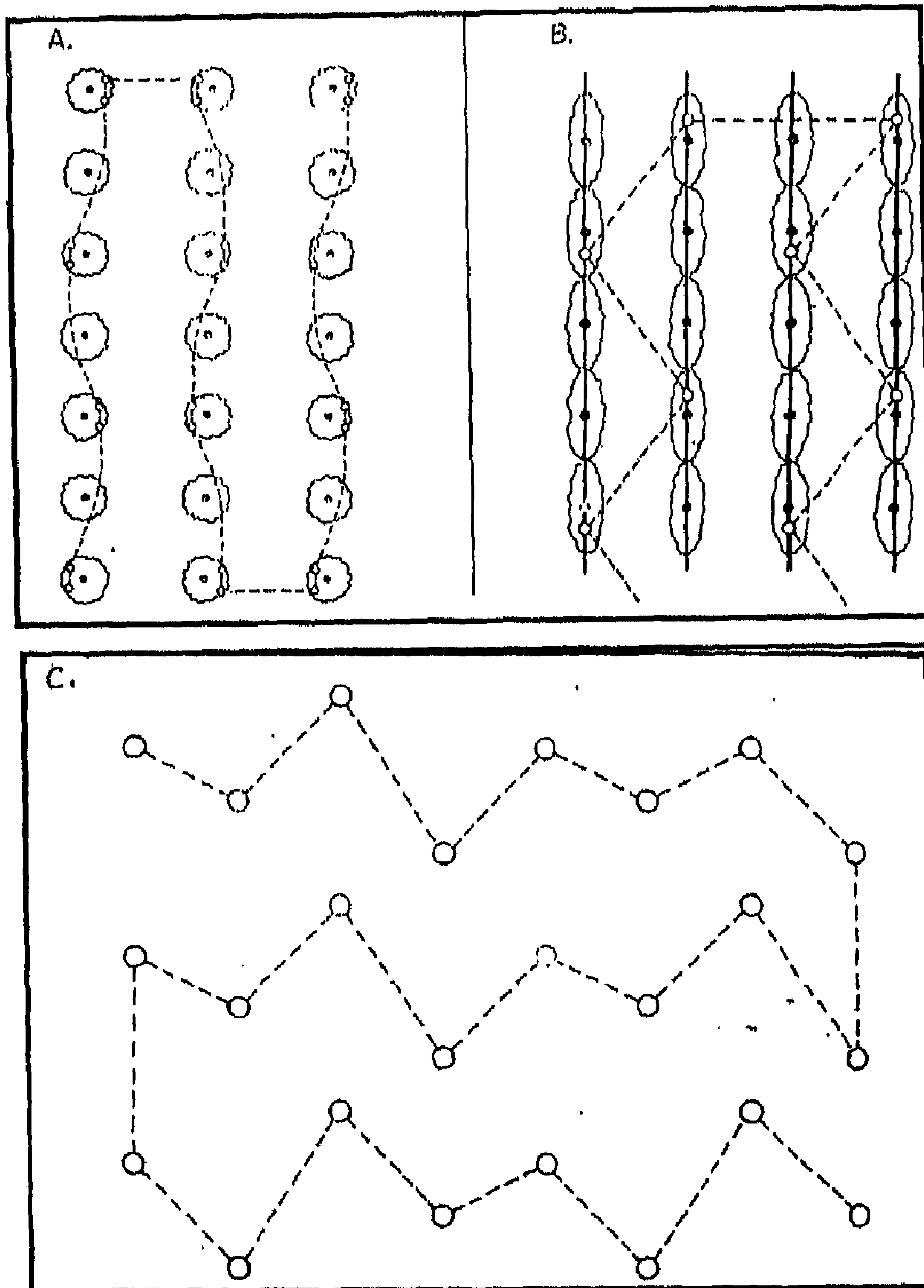
فى بساتين العنب Vineyards تؤخذ العينات من خط الشجيرات Vine row حيث تكون التربة غير مقلبة بالحرث والعمليات الزراعية بحيث تؤخذ العينات على هيئة شريط غير مستقيم Zig-zag من خلال الـ Stratum حتى يتم تغطية كل المنطقة.

- أخذ العينات من الحقول البور (بدون زراعة) Fallow fields:

يجب تقسيم الحقل إلى Stratum وعلى الأقل تؤخذ عينة واحدة من كل قطاع ويجب أن تحتوى كل عينة من المخاريط حتى يمكن إعطاء صورة كاملة لتعداد وأنواع النيماتودا المنتشرة.

- تخزين العينات وإرسالها إلى المعمل Storage and delivery:

يجب أن تحفظ فى حدد (50-57°F) ويجب أن تبعد عن ضوء الشمس ويجب حفظها فى صندوق معزول ويجب أن ترسل مباشرة إلى المعمل فى صندوق محكم.



A- نظام جمع العينات (مخاريط العينات soil cores) من البساتين.

B- من بستان عنب.

C- من منطقة بور بدون زراعة أو حقل مزروع بمحصول حقلى.

شكل رقم (175)

- أخذ العينات والتناول Nematode Sample, Collection and Handling:

- نظام أخذ العينة Sampling procedures:

يجب أن تناسب طريقة أخذ العينات مع كل مشكلة نيماتودية ومحصول على حدة. يجب عدم أخذ العينات إلا بعد مضى 4 أسابيع حتى يمكن إعطاء الفرصة للمبيدات كى تعمل ومنعاً للتلوث الإنسانى.

- الأدوات المستخدمة Tools:

Shovel- Trowel- auger- tube

- أين ومتى تؤخذ العينة Where and when to sample:

تجنب أخذ العينات الجافة جداً أو الرطبة جداً، غير دقيقة وممثلة

Drip-line ---- means: The outer- most area covered by the branches to find fine feeder roots.

يجب إزالة الجذور السطحية والتربة السطحية من العينة.

- عينات التنبأ Predictive sample:

- تؤخذ هذه العينات للتنبأ بأخطار النيماتودا للمحصول التالى.

- النيماتودا تكون متوفرة فى آخر الموسم الزراعى وسهل تعريضها وتحديد التعداد النيماتودى لها بصورة واضحة.

- تزداد أعداد العينات المأخوذة كلما كان المحصول المزروع ذو قيمة اقتصادية عالية.

بعض الملاحظات الهامة التى يجب أن تتبع عند أخذ العينات:

1- يجب عدم أخذ العينة من نبات ميت.

2- يجب عدم ترك العينة خارج الثلاجة لأكثر من ساعات.

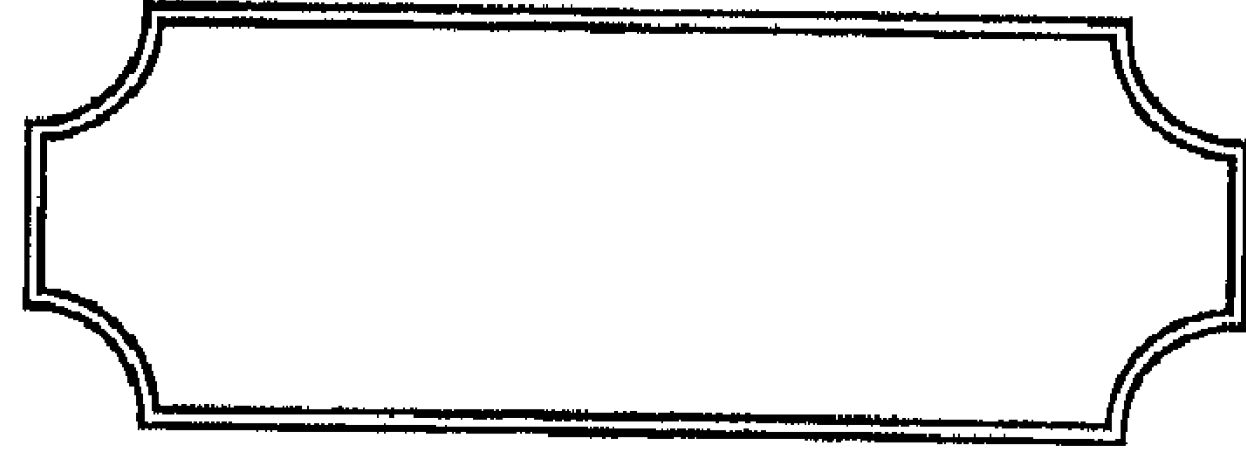
3- يجب تنظيف آلة أخذ العينة بعد كل عينة منعاً للتلوث وإنتشار النيماتودا.

4- يجب أن تكون الجذور المأخوذة مطمورة فى داخل التربة (داخل أكيس) منعاً لجفافها.

5- يجب عدم إضافة ماء للعينة.

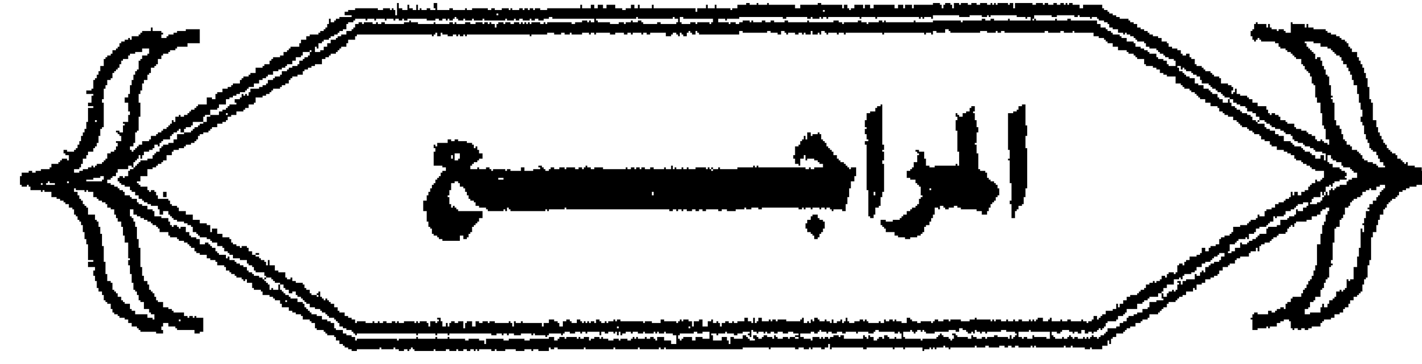
6- يجب إيضاح نظام توزيع النباتات الغير طبيعية فى الحقل.

7- يجب معرفة أن عدم الدقة فى إحدى خطوات أخذ العينات يؤدى إلى أن تكون النتائج المتحصل عليها غير دقيقة.





- المـــراجـع
- ملحـق الصـور الملـــونة



- مقالات علمية :

- **Scientific articles from publications of Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv., Division of Plant Industry U.S.A. :** (Namatode circulars)
- **Baldwin, J.G. 1977** The Role of Nematodes in disease complexes. Nemato. Circ. No. 26.
- **Baldwin J.G. 1977** Sensory Responses of Nematodes. Circ. No. 31.
- **Baldwin, J.G. 1978** Giant cells induced by nematodes of the Heteroderidae, Circ. No. 36.
- **Baldwin, J.G. 1978** The lesion nematode, Pratylenchus coffeae, affecting citrus in florida Circ. No. 37.
- **De Waele, D., C., Venter and A.H. Mc Donald 1997** The peanut pod nematode, Ditylenchus africanus. Namato. Circ. No. 218.
- **Dickson, D.W. 1985** Nematode diseases of peanut. Circ. No. 121.
- **Dickson, D.W. and M. Ostendorp. 1990** Biological control of nematode with Pasteuria spp. Circ. No. 175.
- **Divito, M. 1991** the pea cyst nematode, Heterodera goettingiana. Nemato. Circ. No. 188.
- **Donaldson, F.S., Jr 1964** The cyst nematodes in Florida Circ. No. 3.
- **Esser, R.P. 1962** Life stages of Burrowing nematode. Circ. No. 1.
- **Esser, RP. 1964** Generalized Above ground plant Symptoms Produced by Below ground nematode infestations. Circ. No. 2.
- **Esser, R.P. 1966** Nematodes attacking plants above the soil surface CRIMP (Foliar nematode on strawberry). Cric. No. 5.
- **Esser, R.P. 1966** Life history of a foliar nematode *Aphelenchoides ritzemabosi* on chrysanthemum. Circ. No. 7.
- **Esser, R.P. 1969** *Rhadinaphelenchus cocophilus,* a potential foreign threat to Florida palms . Circ. No. 9.
- **Esser, R.P. 1971** Nematode caused root lesion. Circ. No. 10.

- **Esser, R.P. 1974** Pine cystoid nematode, *Meloidodera floridensis.* Circ. No. 12.
- **Esser, R.P. 1980** Nematode entry and Dispersion by man and animals in florida Nurseries. Circ. No. 60.
- **Esser, R.P. 1980** A Bacterial Spore Parasite of nematodes. Circ. No. 63.
- **Esser, R.P. 1981** Fungi that entrap and assimilate nematodes employing Mucilaginous Hyphal 3-Dimensional Traps. Circ. No. 80.
- **Esser, R.P. 1982** Fungi that entrap and assimilate nematodes employing mucilaginous undifferentiated hyphae. Circ. No. 86.
- **Esser, R.P. 1982** Nematodes associated with Grapevines, Circ. No. 90.
- **Esser, R.P. 1983**. Amoebic Predation upon Nematodes. Circ. No. 98.
- **Esser, R.P. 1983**. Fungi that utilize Z00 spores to parasitize Nematodes. Circ. No. 101.
- **Esser, R.P. 1987** Biological control of nematodes by nematodes I. Dorylaimus (Nematode: Dorylaimina). Circ. No. 144.
- **Esser, R.P. 1987** Biological control of nematodes by nematodes. II Seinura (Nematode: Aphelenchoididae). Circ. No. 147.
- **Esser, R.P. 1990** Feeding habits of phytoparasitic nematodes in plant roots. Circ. No. 174.
- **Esser, R.P. 1990** Tardigrades attacking Nematodes. Circ. No. 177.
- **Esser, R.P and N.E El-Gholl 1993** *Paecilomyces lilacinus,* a fungus that parasitizes nematode eggs. Nemat. Circ. No. 203. Fla. Dept. Agric & consumer service. Division of plant Industry 1993.
- **Esser, R.P. & K.R. Langden. 1967** Soybean cyst Nematode (Yellow Dwarf diseases of soybean. Circ. No. 8.
- **Esser, R.P. & J.A. Meredith 1987** Red ring nematode. Circ. No. 141.
- **Esser, R.P. & J.H. O'Bannon, 1985** Citrus declines caused by nematode in florida. II-Physiological races. Circ. No. 116.
- **Esser, R.P. & J.H. O. Bannon 1987** Nematodes of alfalfa *Medicago sativa L.* 1. Root-Knot nematodes. Circ. No. 148.
- **Esser, R.P. & J.H. O'Bannon 1988** Nematodes of alfalfa *Medicago sativa* II. Stem Nematode. Circ. No. 150.
- **Esser, R.P. & H.L. Rhoades 1978** *Heterodera schachtii,* A schmidt, 1871 (T.) (Sugar beet Nematode) A severe pest of Cabbage in Florida. Circ. No. 38.

•**Esser, R.P. & T.S. Schubert 1981** Fungi that entrap and assimilate nematodes employing mucilaginous hyphal 3 dimensional traps. Nemat. Circ. No. 80.

•**Esser, R.P. & T.S. Schubert, 1982** Fungi Employing Mucilaginous hyphal, Sessile, or Stalked Globose Cells to entrap Nematodes. Circ. No. 94.

•**Esser, R.P. & T.S. Schubert, 1983** Fungi that entrap nematodes by mucilaginous droplets borne on glandular Cells. Circ. No. 95.

•**Esser, R.P. & T.S. Schubert 1991** Fungi that entrap nematodes utilizing non-constricting ring. Circ. No. 103.

•**Esser, R.P. and T.S. Schubert 1991** Fungi that entrap and assimilate nematodes by employing constricting rings. Nemat. Circ No. 192.

•**Esser, R.P. & G.C. Smart, Jr. 1977** Potato Rot nematode, *Ditylenchus destructor* thorne 1945. Nemat. Circ. 28.

•**Greco, N. 1987** *Heterodera carotae:* a destructive nematode of carrot. Circ. 140.

•**Greco, N. 1988** Potato cyst nematodes: *Globodera rostochiensis* and *G. Pallida.* Circ. 149.

•**Greco, N., N.Vovlas and R.N. Inserra 1991** The Stem and Bulb Nematode, Ditylnchus dipsaci Circ. 187.

•**Greco, N., N. Vovlas, and R.N. Inserra 1992** The Chickpea cyst Nematode, *Heterodera ciceri.* Nemato. Circ. No. 198.

•**Griffin, G.D. 1988** The cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* Circ. No. 158.

•**Heald, C.M. and J.J. Stapleton 1990** Soil Solarization for nematode Control. Circ. No. 176.

•**Lehman, P.S. 1979** Factors influencing nematode control with marigolds. Circ. No. 50.

•**Lehman, P.S. 1979** Seed and Leaf Gall nematodes of the genus, *Anguina occurring* in North America. Circ. No. 55.

•**Lehman, P.S. 1981** Ectoparasitic nematoes Pathogenic to Citrus. Circ. No. 71.

•**Lehman, P.S. 1981** *Hoplolaimus indicus,* an ectoparasitic nematode pathogenic to Citrus in India. Circ. No. 76.

•**Lehman, P.S. 1981** Three species of Dagger Nematodes Pathogenic to Citrus. Circ. No. 81.

•**Lehman, P.S. 1985** Nacobbus, the false Root –Knot Nematode. Circ. No. 119.

•**Lehman, P.S. 1989** A disease of Begonia Caused by a foliar nematode, *Aphelenchoides fragariae Nemat. Circ. No.* 164.

•**Lehman, P.S. & L.G. Lordello. 1982** *Meloidogyne exigua*, a root-Knot Nematode of Coffae. Circ. No. 88.

•**Lehman, P.S. & J.H. O'Bannon, 1983** The Columbia Root-Knot Nematode, *Meloidogyne chitwoodi.* Circ. No. 96.

•**MacGowan, J.B. 1977** The Burrowing Nematode, *Radopholus similis* (Cobb 1893) Thorne 1949. Circ. No. 27.

•**MacGowan, J.B. 1977** The reniform nematode. Circ. No. 32.

•**MacGowan, J.B. 1978** The Lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus,* infecting citrus. Circ. No. 42.

•**MacGowan, J.B. 1979** the Golden Nematode on Potatoes. Circ. No. 47.

•**MacGowan, J.B. 1979** The rice root Nematode, *Hirschmanniella oryzae.* Circ. No. 57.

•**MacGowan, J.B. 1980** The American Dagger Nematode, *Xiphinema americanum Cobb*, 1913. Circ. No. 62.

•**MacGowan, J.B. 1980** *Tylenchorhynchus claytoni* steiner, 1973,

•The Tobacco stunt nematode. Circ. No. 67.

•**MacGowan, J.B. 1981** A lesion Nematode, *Pratylenchus zeae.* Circ. No. 72.

•**MacGowan, J.B. 1981** *Heterodera zeae,* a cyst nematode of corn. Circ. No. 77.

•**MacGowan, J.B. 1981** A lesion nematode, *Pratylenchus vulnus.* Circ. No. 82.

•**MacGowan, J.B. 1982** Needle nematodes Longidorus spp. Circ. No. 89.

•**MacGowan, J.B. 1982** The Burrowing Nematode infecting Black Pepper. Circ. No. 93.

•**MacGowan, J.B. 1989** The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola* Golden & Birchfield 1965. Circ. No. 166.

•**MacGowan, J.B., and R.A. Dunn. 1989** Hoplolaimus geleatus: lance nematode on St. Augustine Grass from Florida. Circ. No. 161.

•**McSorley, R. 1986** Nematode problems on bananas and plantains in Florida. Circ. No. 133.

•**O'Bannon, J.H. 1976** The citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans,* Biology and control. Circ. No. 21.

•**O'Bannon, J.H. 1984** The influence of two races of the Burrowing nematode *Radopholus similis* on peanut (I Arachis hypogaea). Circ. No. 112.

•**O'Bannon, J.H. & R.P. Esser, 1985** Citrus declines caused by nematodes in Florida I. Soil factors. Circ. No. 114.

•**O'Bannon, J.H. & Tarjan, A.C. 1985** Citrus decline caused by Nematodes in Florida IV. Management decisions. Circ. No. 118.

•**O'Bannon, J.H. & R.P. Esser 1987** Nematodes of Alfalfa *Medicago sativa* L. 1- Root knot nematodes. Nemat. Circ. No. 148.

•**O'Bannon, J.H. & R.P. Esser 1988** Nematodes of Alfalfa *Medicago sativa* L. III Root lesion nematodes. Circ. No. 156.

•**O'Bannon, J.H., R.P. Esse rand R.N. Inserra 1991** *Tylenchorhynchus* species as crop damaging parasitic nematodes. Nemat. Circ. No. 190.

•**O'Bannon. J.H. and R.N. Inserra 1989** Helicotylenchus species as crop damaging parasitic nematodes. Cir. No. 165.

•**O'Bannon, J.H. and R.N. Inserra 1990** Nematode Vectors-Transmission of plant Viruses. Circ. No. 178.

•**O'Bannon, J.H. & A.C. Tarjan, 1985** Citrus decline caused by Nematodes in Florida III. Citrus Slump. Circ. No. 117.

•**Overman, A.J. 1985** Root-Knot nematodes in Gladiolus Corms. Circ. No. 123.

•**Stokes, D.E. 1972** Root-Knot Nematodes *Meloidogyne spp.* Circ. No. 11.

•**Stokes, D.E. 1977** Effects of Root-Knot Nematodes on Ornamental plants. Circ. No. 24.

•**Stokes, D.E. 1977** The Columbia lance Nematode, *Hoplolaimus Columbus* sher, 1963. Circ. No. 34.

•**Stokes, D.E. 1978** Root-Knot nematode infection to citrus. Circ. No. 39.

•**Stokes, D.E. 1978**; Foliar Nematode infection to *Ficus elastica.* Circ. No. 44.

•**Stokes, D.E. 1979** *Pratylenchus coffeae:* A lesion nematode affecting Foliage plant. Circ. No. 58.

•**Stokes, D.E. 1981** *Globodera tabacum* the Tobacco cyst Nematode. Circ. No. 78.

•**Stokes, D.E. 1982** *Hoplolaimus geleatus.* A lance nematode pathogenic to pines. Circ. No. 87.

•**Veech, J.A. 1991** Root-knot nematode parasitism of cotton III. Circ. No. 185.

•**Vovlas, N.R. & R.N. Inserra, and J.H.O'Bannon 1989** the fig cyst nematode, *Heterodera fici*, Nemat. Circ. No. 168.

- كتب وأبحاث علمية (Scientific Books and Papers):

•**Abu-Gharbieh, W.I. 1988:** Root Knot nematodes, *Meloidogyne spp.*, in jordan; Biology and control. Publications of the University of Jordan. Faculty of Agriculture, Amman, 1988, 68 pp.

•**A Costa, N. and R.B. Malek 1981** Symptomatology and histopathology of soybean roots infected by *Pratylenchus scribneri* and *P.Alleni.* J. of Nematology Vol. 13 No. 1.

•**Barron, G.L. 1977** The nematode destroying fungi. Dept. Of Environmental biology Ontario Agricultural College. Univ. Of Guelph. Guelph, Ontario, Canada. 140p.

•**Bird, G.W. 1987** Role of Nematology in integrated Pest management Programs. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of the society of Nematologists. Edited by J.A. Veech, D.W. Dickson.

•**Blum. U. 1996** Allelopathic interactions involving Phenolic Acids.J.of Nematology. 28 (3). 259-267.

•**Bunt, J.A. 1975** Effect and Mode of Action of some systemic nematicides. H. Veenman & Zonen-Wageningen pp 127.

•**Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan 2001** Fungi as-biocontrol agents: progress, problems and potential. Walling ford, UK CABI publishing, pp. 390.

•**Caswell E.P. and W.J. Apt 1989** Pineapple Nematode Research in Hawaii: Past, present and Future. Journal of Nematology Vol. 21, No. 2 page 147.

•**Chen, Z.X., D.W. Dickson, R.McSorley, D.J. Mitchell, and T.E. Hewlett. 1996** Suppression of *Meloidogyne arenaria* race 1, by soil application of Endospores of *Pasteuria penetrans* J. of Nemato. 28 (2): 159-168.

•**Chir, M.M. 1984** Etude de l' action des champignons Prédateurs sur divers nématodes du sol en microscopie électronique á balayage (SEM) Revué Nematol 7 (1) 29-34 (1984).

•**C.I.H. 1972** Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes in Great Britain by William Clowes & Sons Ltd., London 1972. Set 1, No. 13, *Anguina tritici*

•**Cohn, E. 1970** Observation on the feeding and symptomatology of *Xiphinema* and *longidorus* on selected host root J. of Nemato. Vol. 2, No.2. 167-173.

•**Coolen, W.A. and C.J.D' Herde 1972** A method for the quantitative extraction of Nematodes from plant tissues. State Nematology and Entomology Research Station. 9220. Merelbeke, Belgium.

•**Dick, J. and V.W. Spaull. 1982** Nematode pests of sugar cane. Nematology in southern Africa. Keetch, D.P., and J. Heyns. 1982. Science Bulletin Dept. Of Agriculture and Fisheries. Republic of South Africa.

•**Dun, Robert A. 1989** Nematode samples, Collection and handling FFAS, Univ. of Florida, Gaines ville, FL 32611-0611.

•**Du Pont: de A Nemours International S.A.** Nematodes. The Un Seen Enemy Biochemicals Department.

•**Esser, R.P. 1987** Biology of *Arhrobotrys dactyloides*. A Fungus parasite of Nematodes. Soil and crop Science. Society of Florida, Proceeding, Vol. 47, 20-22.

•**Ferris, H.P.B. Goodell, and M.V. Mckenry 1981** General recommendation for nematode sampling. Division of Agricultural Sciences. Univ of California 1981.

•**Gaugler, R. and A.L. Bilgrami 2004** Nematode behaviour. CABI publishing 419 pp.

•**Gerber, K and G.C. Smart. J.R. 1987** Effect of *Hirschmanniella caudacrena* on the submersed aquatic plants. *Ceratophyllum demersum* and *Hydrilla verticillata*. J. of Nemat. 19 (4). 447-453.

•**Gerber, K. and G.C. Smart 1987** Plant-parasitic. Nematodes associated with aquatic vascular plants. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-fifth. Anniversary of the society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W. Dickson.

•**Hatz, B. and D.W. Dickson 1992** Effect of temperature on attachment, development and interactions of *Pasteuria penetrans* on *Meloidogyne arenaria*. J. of Nematol 24 (4): 512-521.

•**Heald, C.M. 1987** Classical nematode management practices. Vistas on Nematology. A Commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W Dickson.

•**Huang, J.S. 1987** Interactions of Nematodes with Rhizobia. Vistas on Nematology A Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W. Dickson.

•**Inserra, R.N. and D.W. Davis 1983** Hypoaspis nr. aculeifer: a mite predacious on root-knot and cyst Nematodes. J. of Nemat. **Vol. 15, No.** 2.

•**Jaffee, A. 1986** Parasitism of Xiphinema rivesi and ***X.americanum*** **by** zoo sporic fungi. J. of Nematol. 18 (1): 87-93 1986.

•**Jatala, P. 1986** Biological control of Plant –Parasitic Nematodes. Ann. Rev. Phytopathol 24: 453-89.

•**Johnson, A.W. and J. Feldmesser, 1987** Nematicides A. Historical Review. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W. Dickson

•**Kaplan, D.T. and Davis, E.L. 1987** Mechanisms of plant incompatibility with Nematodes Vistas on Nematology

•**Khan, M.W. 1993** Nematode interaction Chapman & Hall, London. UK.377 pp.

•**Kim, D.G. and R.D. Riggs 1991** Characteristics and efficacy of sterile Hyphomycete (ARF 18), a New Biocontrol Agent for Heterodera *glycines* and other nematodes. J. of Nemato-Vol. 23 No. 3, 275-282.

•**Lamberti, F. And R. Francesco. 1987** Present status of Nematodes as Vectors of plant Viruses. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W. Dickson.

•**Laurites, J.A., R.V. Rebois and L.S. Graney 1983** Life cycle of *Heterodera zeae* Kosy, Swarup, and Sethi, on *Zea mays* L. Axenic root Explants. J. of Nematol Vol. 15. No. 1.

•**Lauritis, J.A., R.V. Rebois, and L.S. Graney. 1983** Ichinohe on Soybean *Glycin max.* L. Merr Under Gnotobiotic conditions. J. of Nematol. 15 (2) 272-281.

•**Lee, D.L. and H.J. Atkinson 1965** Physiology of Nematodes. The Macmillan Press. LTD. London and Basing Stoke. 215 pp

•**Lee, D.W. and Loria, R. 1987** Effect of Nematode Parasitism on Plant Water Relations. Vistas on Nematology. A Commemoration of the Twenty fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech and D.W. Dickson.

•**Lewis, S.A. 1987** Nematode Plant Compatibility. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty fifth Aniversary of the Society of Nematologists Edited by J.A. Veech D.W. Dickson.

•**Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge 1990** Plant Parasitic Nematodes in Subtropical & Tropical Agriculture CAB International 1990, 629 pp.

•**Mankau, R. 1980** Biological control of Nematode Pests by Natural Enemies. Ann Rev. Phytopathol. 18: 415-40.

•**Mor, M. And Y. Spiegel 1993** Infection of Narcissus roots by *Aphelenchoides subtenuis* J. of Nematol. Vol. 25, No. 3.

•**Murphy, P.W. & C.C. Doncaster 1957** A Culture Method for Soil meiofauna and its application to the study of Nematode Predators. Nematologica, Vol. II. No. 3, 202.

•**Nappi, A.J and B.M. Christensen 1987** Insect Immunity and Mechanisms of Resistance by Nematodes. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of The Society of Nematologists Edited by Joseph A Veech and Donald W. Dickson.

•**Nickle, R.W. 1984** Plant and insect nematodes. Marcel Dekker, INC. 270 Madison Avenue, New York 10016. 924 pp.

•**Nigel G. M. Hague** Nematodes, the unseen enemy. Rothamsted experimental station Dupont Company. A guide to nematode damage.

•**Noel, G.R. and B.F. Lownsbery 1984** Pathogenicity of *Criconemella curvata* to Alfalfa Journal of Nematology Vol. 16, No. 2 page 140.

•**Noel, G.R. and B.A. Satnger 1994** First report of Pasteuria sp. Attacking *Heterodera glycines* in North America. Supplement to Journal of Nemat. 26 (4S): 612-615.

•**Norton, D.C. 1978** Ecology of Plant-Parasitic nematodes John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane. Tornto 259P.

•**Pouch, C.H.W. Ford, R.E. Suit, and E.P. Ducharme 1967** Burrowing nematodes in citrus. Division of Plant Industry Florida Dept. Of Agriculture Bulletin No. 7, 1967.

•**Premachandran D. N. Von Mende, R.S. Hussey and M.A. McClure 1988.** A method for staining Nematode secretions and structures. Joruanl of Nematology Vol. 20, No. 1 page 70.

•**Sasser, J.N. 1989** Plant Parasitic Nematodes. The Farmer's Hidden Enemy. 115, pp.

•**Sasser, J.N. and C.C. Carter 1985.** An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. 1. Biology and Control 422 Pages.

•**Schhindler, A.F. and A.J. Braun 1957** Pathogenicity of an ectoparasitic Nematode *Xiphinema diversicaudatum* on straw berries. Nematologica II (1957). 91-93.

•**Schmitt, D.P. and L.A. Nelson 1987** Interactions of Nematicides with other Pesticides. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-Fifth Aniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech and D.W.Dickson.

•**Shahina, F. And M.A. Maqbool 1989** Embryonic and Postembryonic Developmental stages of *Heterodera zeae.* Koshy et al, 1971 on Zea mays Pakistan Journal of Nematology Vol. 7 (1) Jan. 1989.

•**Shepherd R.L. and M.G. Huck 1989.** Progression of Root-Knot Nematode Symptoms and infection on Resistant and susceptible cottons. Journal of Nematology Vol. 21. No. 2 page 235.

•**Siddiqi, M.R. 1999** Tylenchida: Parasites of Plants and Insects. CAB International, U.K. 864 pages

•**Sikora, R.A. and W.W. Carter 1987** Nematode Interactions with Fungal and Bacterial Plant Pathogens-Fact or Fantasy. Vistas on Nematology. A Commemoration of the Twenty Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech and D.W. Dickson.

•**Smith, G.S. 1987** Interactions of Nematodes with Mycorrhizal Fungi. Vistas on Nematology. A Commemoration of the Twenty Fifth Anniverary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech and D.W. Dickson.

•**Southey, J.F. 1970** Plant Nematology, S.Chand & Co. 282 Pages. Delhi-New Delhi-Jullundur-Lucknow-bombay Calcutta Madras. Hyderabad-Patna. 282 pp.

•**Stirling, G.R., A.F. Bird and A.B. Cakurs 1986.** Attachment of *Pasteuria penetrans* spores to the cuticles of root-knot nematodes. Revue N'ematol. 9 (3): 251-260. 1986.

•**Star, J.L.R. Cook and J. Bridge (2002)** Plant Resistance to parasitic nematodes CABI publishing, Walling ford, UK 258 pp.

•**Taylor, A.L. and J.N. Sasser 1987** Biology, Identification and Control of Root- Knot Nematodes *(Meloidogyne* species). North Carolina State University. Graphics. Raleigh, North Carolina U.S.A. 111pp.

•**Thomason, I.J. 1987** Challenges facing Nematology. Environmental Risks with Nematicides and the Need for New Approaches. Vistas on Nematology.

•**Umon Carbide Agricultural products Company, Inc. 1986** Plant- parasitic nematodes of Bananas, citrus, coffee, Grapes, and Tobacco 71 P.

•**Van Gundy S.D. and J.D. Kirkpatrick 1964** Nature of Resistance in Certain Citrus Root stocks to citrus nematode. Phytopathology, Vol. 54, No. 4 419-427.

•**Van Gundy, S.D. and J.D. Kirkpatrick 1965** Factors Explaining Citrus Nematode Resistance. California Citrograph Vol. 50, No. 6. 235-241.

•**Veech, J.A. and D.W. Dickson 1987** Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Inc. Hyatts ville, Maryland, 1987.

•**Wallace, H.R. 1987** Effect of Nematode Parasitism on Plant Photosynthesis. Vistas on Nematology. A commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Edited by J.A. Veech & D.W. Dickson.

•**Wergin, W. Pank D.Orion 1981** Scanning electron microscope study of the Root-Knot nematode, *Meloidogyne incognita* on Tomato Root Journal of Nematology Vol. 13, No. 3 page 358-368.

•**White head, A.G. 1998** Plant nematode control. 384 pp CAB International

•**Windham, Gary L. 1998** Plant and Nematode interactions. Edited by Kenneth R. Barker, Gary A. Pederson, Gary L. Windham. American Society of Agranomy, Inc crop science society of American, Inc. Soil Science society of American, Inc Madison Wisconsin, USA publishers. Madisen, Wisconsin USA 1998. 771 pp

•**Zuckerman, B.M., W.F. Mai, and R.A. Rhode 1971** Plant Parasitic Nematodes Vol. I. Morphology, Anatomy, Taxonomy and Ecology. Academic Press. New York, 345 p.

•**Zuckerman, B.M., W.F. Mai and R.A. Rhode 1971** Plant parasitic Nematodes. Vol. II cytogenetics, Host-parasite Interactions and physiology. New York, 347 pp.

•**Zuckerman, B.M. and R.A. Rhode 1981** Plant Parasitic nematodes. Vol. III. Academic Press, New York 508 pp.

- أبحاث منشورة خاصة بالدكتور أحمد أحمد عثمان فى مجال الأمراض النيماتودية وطرق مكافحتها :Selected List of Publications Prof. Ahmed Ahmed Osman

1. *Meloidogyne incognita* development on soybean treated with selected amino acids by alternate methods. Revue Nematol. 4 (1): 172-174, 1981.

2. Foliar spray effects of selected amino acids on sunflower infected with *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology, Vol. 13 No.3. 1981.

3. Herbicide effects in nematode diseases. Journal of Nematology, Vol. 13 No. 4: 544-546. 1981.

4. Interaction of *Meloidogyne incognita* and Rotylenchulus reniformis on Tomato. Nematol. Medit, 5 : 113-116 (1977).

5. Efficacy of biologically active agents as nontraditional nematicides for *Meloidogyne javanica*. Revue Nematol. 11 (1): 93 : 98 (1988).

6. Host parasite relations of *Meloidogyne incognita* on Beet, *Beta vulgaris*, 4th Conf. Pest Control NRS, Cairo, 1978, 889-894.

7. Influence of inoculum levels of *Meloidogyne Javanica* on the nematode behaviour and growth of *vicia faba*. 4th Conf. Pest control NRC, Cairo 1978, 914-920.

8. Histopathological reaction of some imported resistant tomato cultivars to the infection by *Neloidogyne javanica* 4th conf. Pest control NRC, Caior, 1978; 875-879.

9. Effect of selected organo-carbamate nematicides on Hatching, Invasion and Development of *Meloidogyne javanica.* Minia J. Agric. Res. & Dev. Vol. 7 No. 1 (1985).

10. Efficacy of selected organocarbomates nematicides mixed with root diffusate of four common bean varieties on behavioral process and development of *Meloidogyne Javanica.* Minia J. Agric. Res. & Dev. Vol. 6 No. 3 (1984).

11. Efficiency of root diffusates of four common bean varieties treated with systemic nematicides on some biological activities of *Meloidogyne Javanica.* Minia J. Agric. Res. & Dev. Vol. 7 No. 1 (1985).

12. Organic amendments as co-agent with systemic nematicides to control nematode infecting cowpea. Bulletin of society of zoology science Bult. Zool. Soc. Egypt, 38 (1989).

13. Systemic nematicides controlling *Meloidogyne* spp. infecting cucurbitaceous crops in newly reclaimed sandy Soil. Bull. Fac. Of Agric., Cairo Univ., Vol. 751-761 (1983).

14. Nematicides multiple application in relation to tomato infected plants under field conditions. Bull. Fac. Of Agric., Cairo Univ., Vol. 34, 1037-1045 (1983).

15. Selected nematicides to control nematodes of corn and soybean in Clay loam soils. (1983). Bull. Fac. of Agric. Cairo Univ., Vol. 34, 743-750.

16. Root-knot nematodes, *Meloidogyne spp*. under the systemic nematicidal stress on certain vegetable. Bull. Fac. of Agric., Cairo Univ., Vol. , 34, 1103-1112 (1983).

17. Feeding sites of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* as influenced by the infection of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniforms* co-inhabiting roots of leguminous hosts. Bull. Fac of Agric. Cairo Univ., Vol. 35, No. 1, 681-686 (1984).

18. Screening of certain imported soybean cultivars against the infection by the reniform nematode; *Rotylenchulus reniformis.* Bull. Fac. of Agric. Cairo Univ., Vol. 35, No. 1, (1984).

19. Systemic nematicides in relation to nematode infection of (I) Soybean, *Glycine max* and cowpea *Vigna sinensis* under green house conditions. Bull. Fac. of Agric. Cairo Univ. Vol. 35, No. 2. (1984).

20. Systemic nematicides in relation to nematode infection of (2) Okra, *Hibiscus esculentus* under green house conditions. Bull. Fac. of Agric., Cairo Univ., Vol. 35, No. 2 (1984).

21. Nematicidal concentrations in relation to nematode control of sugar beet, *Beta vulgaris* and sunflower, *Helianthus annus* under green house conditions. Bull. Fac. of Agric. Cairo Univ., Vol. 36 No.1 (1985).

22. Reaction of soybean cultivars to Meloidogyne populations. 24th annual meeting, society of Nematologists, atlantic city, new Jersy, U.S.A. (1985).

23. Non-fumigant nematicides for control Meloidogyne isolates infecting cowpea plants. 24th annual meeting, society of Nematologists atlantic city, New Jersy, U.S.A (1985).

24. Response of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* infected tomato to some growth regulators applied as foliage spray. Zagazig University. Fac. of Agric. Sc. Moshtohor-Tukh, A.R.E., Vol.26. No.2 (1988).

25. Nematodes associated with vegetables, fruits and field crops grown in kirimiro, Burundi, Africa. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo, Vol. 39, No. 2, 977-990 (1988).

26. Nematodes associated with Grapevines in newly reclaimed area (Gianachles) northern Tahrir. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo, Vol. 39, No. 2. 965-976 (1986).

27. Nematodes associated with vegetables, fruits and field crops in IMBO, Burundi, African. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo, vol. 40, No. 2 469-480 (1989).

28. Nematodes associated with vegetables, fruits and field crops in Buyenzi, Burundi, Africa. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo, Vol. 40, No. 2 455-468 (1989).

29. Rootstocks and Transplants as a major source of nematode infection in newly reclaimed soil with special reference to Salhia project in Egypt. Bull. Fac. of Agric., Univ., Cairo, Vol. 40, No. 2 495-504 (1989).

30. The effect of certain nematicidal concentrations in controlling different densities of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. Bull. 2001. Soc., Egypt, 37 (1988).

31. Efficiency of systemic nematicides in controlling different populations of the root-knot nematode, Meloidogyne spp. Bull. 2001. Soc., Egypt, 37 (1988).

32. Effect of time of application on the action of systemic nematicides on *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea. Bull 2001- Soc. Egypt, 38 (1989).

33. The role of soil solarization in the scope of nematode integrated control. The first international conference on soil solarization 19-25 Feb. 1990 Jordan.

: Selected biological and physical Control papers –

34. Influence of trace elements and heavy metals on the infectivity and reproduction of the reniform nematode on sunflower and plant growth response. Egypt. J. Appl. Sci., 8 (9) 1993-91-97.

35. The interaction between Biocides and dry ground leaves in controlling the reniform nematode infecting sunflower. Egypt. J. Appl. Sci. 9 (5) 1994.

36. The role of dry ground leaves of some plant sin controlling the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* infecting sunflower. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo, Vol. 44 No. 1 (Jan., 1993): 205-216.

37. Plant growth regulators in the scope of the reniform nematode control. Desert Inst. Bull. Egypt 42. No. 2 pp 213-297 1992.

38. The role of biological agents in regulating plant parasitic nematodes infecting Tomato plants. Egypt. J. Appl. Sci., 9 (5) 1994.

39. The role of a native population of *Pasteuria penetrans* in controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting tomato. Annals of Agricultural science, Moshtohor. Vol. 31 No. 2 June 1993.

40. A comparison between solarization and fallow in controlling the reniform nematode population. Bull. Fac. Agric., Univ. of Cairo, 45, 1994: 541: 548.

41. The combined effect and sequence of Application of different concentrations of some biocides on the reproduction of the reniform nematode. Bull. Fac. Agric. Univ. Cairo. 45, 1994: 739-752.

42. Evaluation of *Monochus sp.* as a predator of *Meloidogyne javanica* infecting Tomato. 1993 Annals of Agric. Science. Moshtohor. Vol. 31. No. 2. 1212-1226.

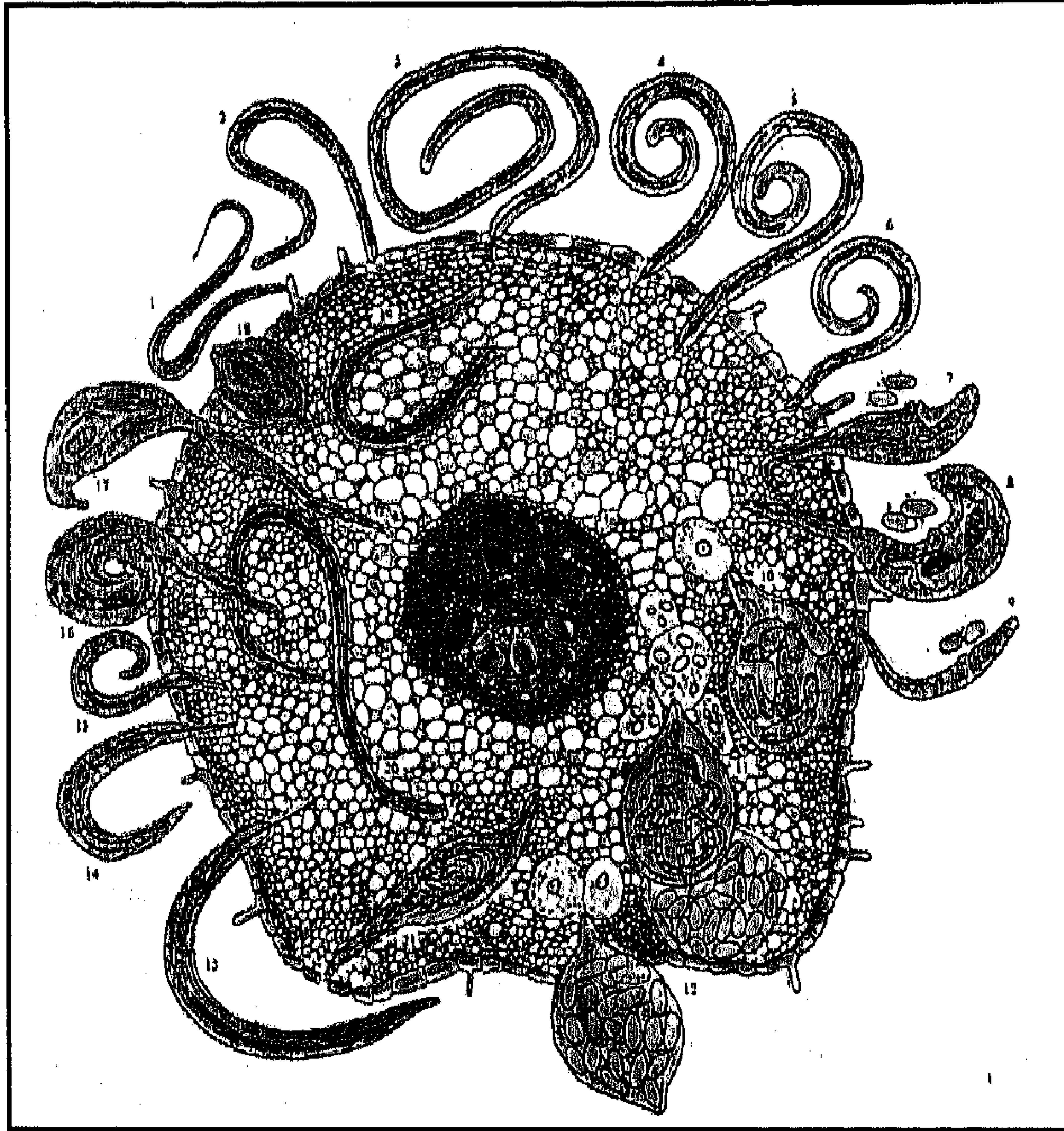
43. The impact of organic soil supplement on *Rotylenchulus reniforms* infecting cowpea, *Vigna sinensis* 1994. Bull. Fac. of Agric. Cairo Univ. 45, 895-904.

44. Control of wheat cyst nematode *Heterodera avenae* with systemic nematicides in Gassim region. Fifth Arab congress of plant protection. Fez, Moroco, 27th November-2nd December 1994.

45. Impact of soil solarization and stubble marangement on wheat infected with cyst nematode in Gassim. Seventheeth Annual Meeting on Biological Natural Resources in Kingdom of Saudi Arabia. 1996.

46. Occurrence of wheat cyst nematode *Heterodera avenae* in Al-Gassim region and its impact on wheat productivity. Fifteenth Annual Meeting Biological Natural Aspects in Kingdom of Saudi Arabia 29-31 March 1994.

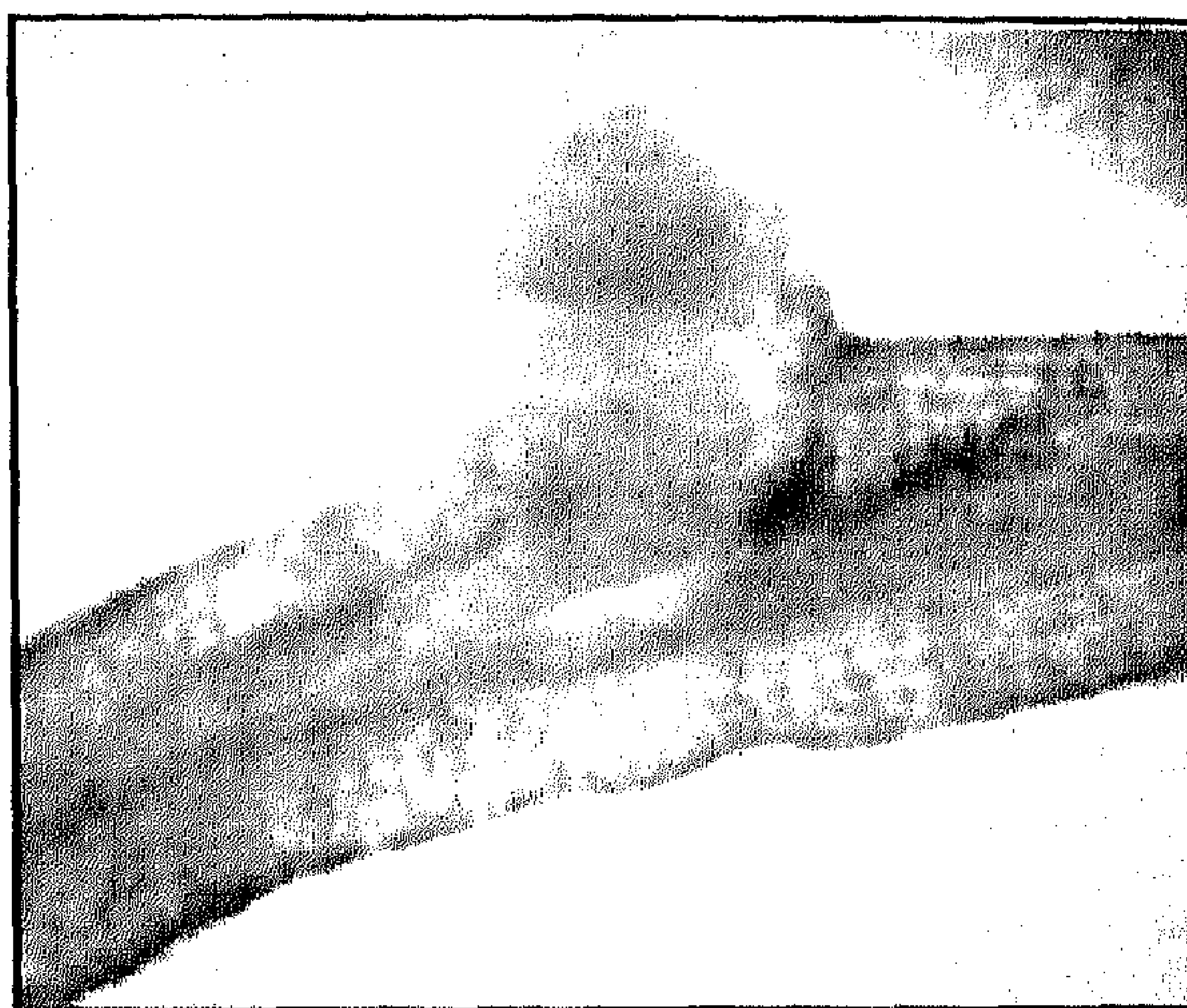
ملحق الصور الملونة



رسم توضيحى يبين أشكال الاجناس المختلفة للنيماتودا المتطفله على الجذور النباتية

1.Cephalenchus.	*2.Tylenchorhynchus.*	*3.Belonolaimus.*
4.Rotylenchus.	*5.Hoplolaimus.*	*6.Helicotylenchus*
7.Verutus.	*8.Rotylenchulus*	*9.Acontylus.*
10.Meloidodera.	*11.Meloidogyne.*	*12.Heterodera.*
13.Hemicycliophora.	*14.Macroposthonia.*	*15.Paratylenchus.*
16.Trophotylenchulus.	*17.Tylenchulus.*	*18.Sphaeronema.*
19.Prartylenchus	*20.Hirschmanniella.*	*21.Nacobbus.*

شكل رقم (176)

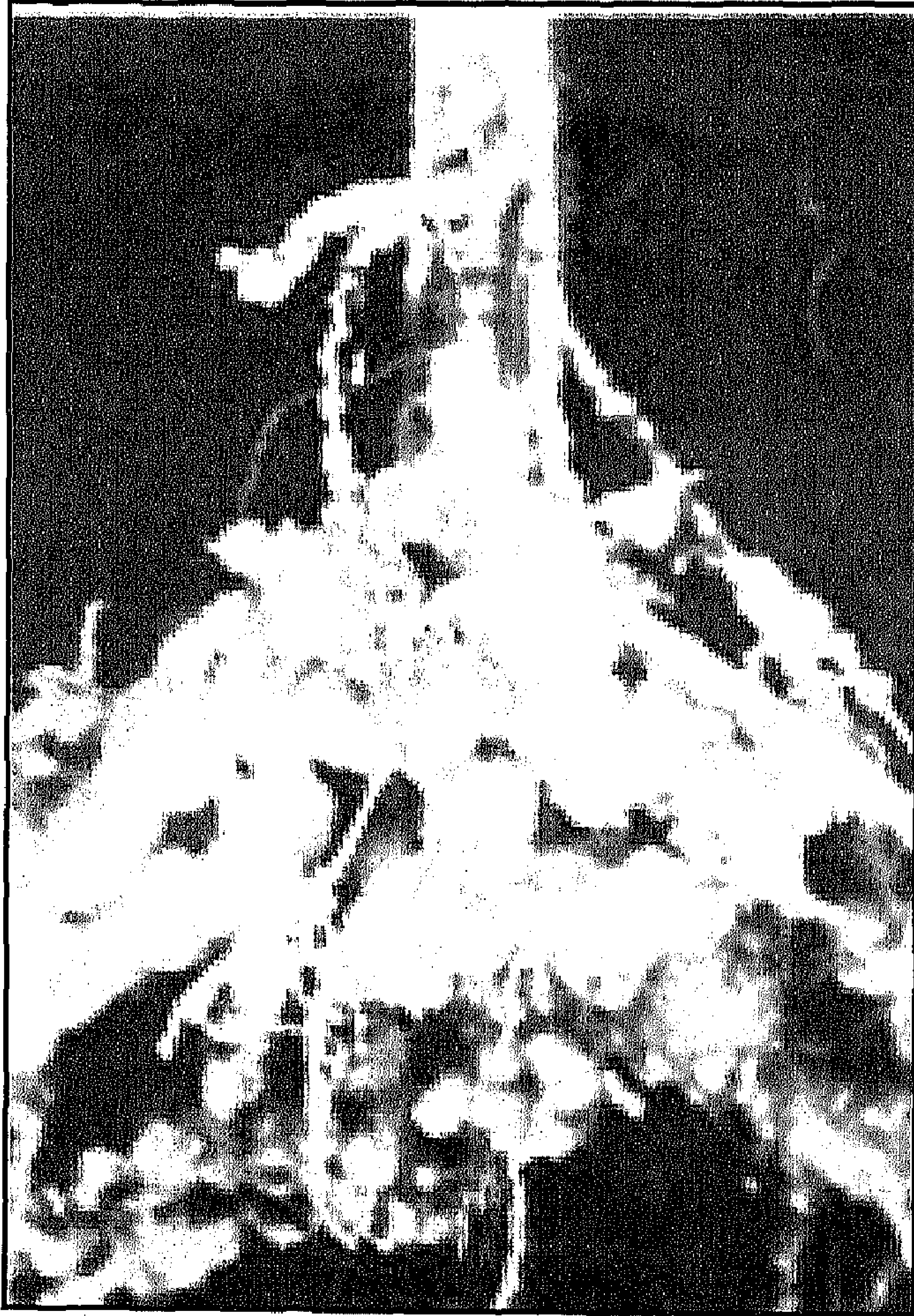


جذر به نيماتودا التعقد الجذرى وكيس بيض ينموخارجيا بعد الصبغ بالصبغات المناسبة



قطاع طولى فى جذر نبات دخان مصاب بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* يلاحظ فى الصورة الإناث الداكنة اللون (b) الخلايات العملاقة **Giant cells** بالقرب من الطرف الأمامى للنيماتودا (a) فى الأسطوانة الوعائية

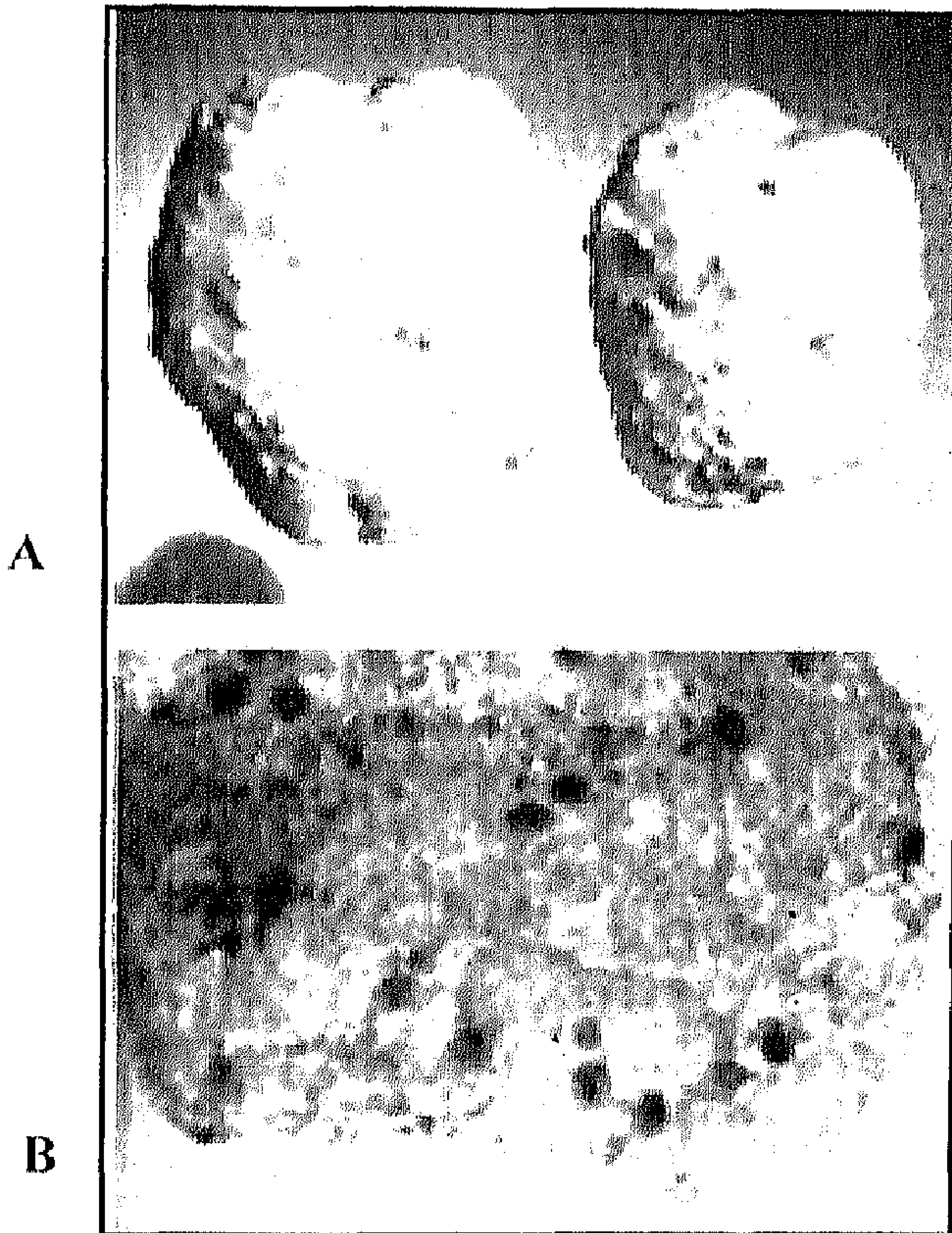
شكل رقم (177)



يوضح إصابة شديدة جداً على جذر نبات الخيار المتسبب عن *M.incognita* ويظهر فى الصورة العقد النيماتودية بحجم كبير وشامل للجذر كله مما يبين مدى وشدة الإصابة وتدميرها الكامل للمجموع الجذرى.
شكل رقم (178)



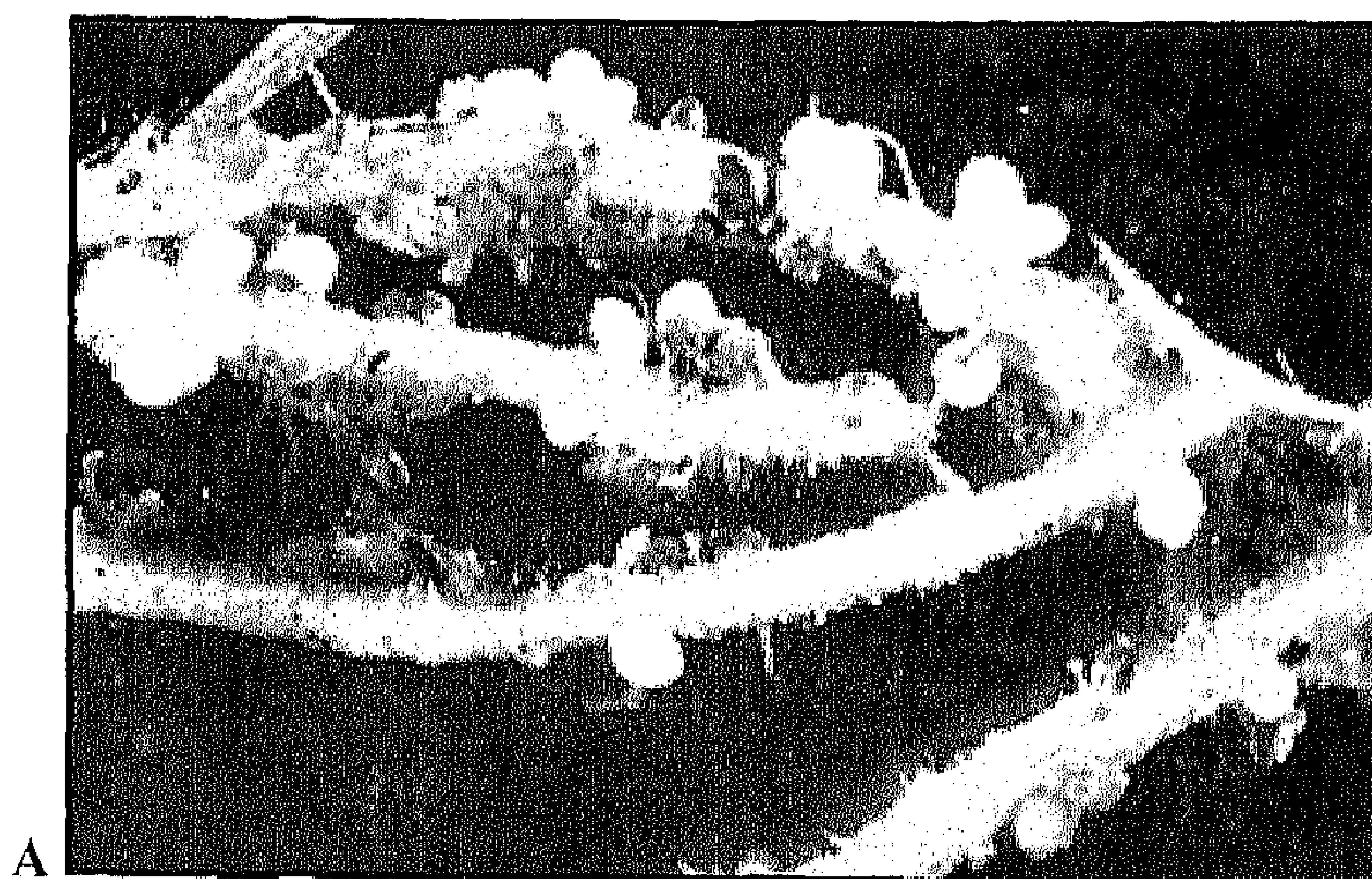
جذور موز مصابة بأورام نيماتودية – متسببة عن نيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita*

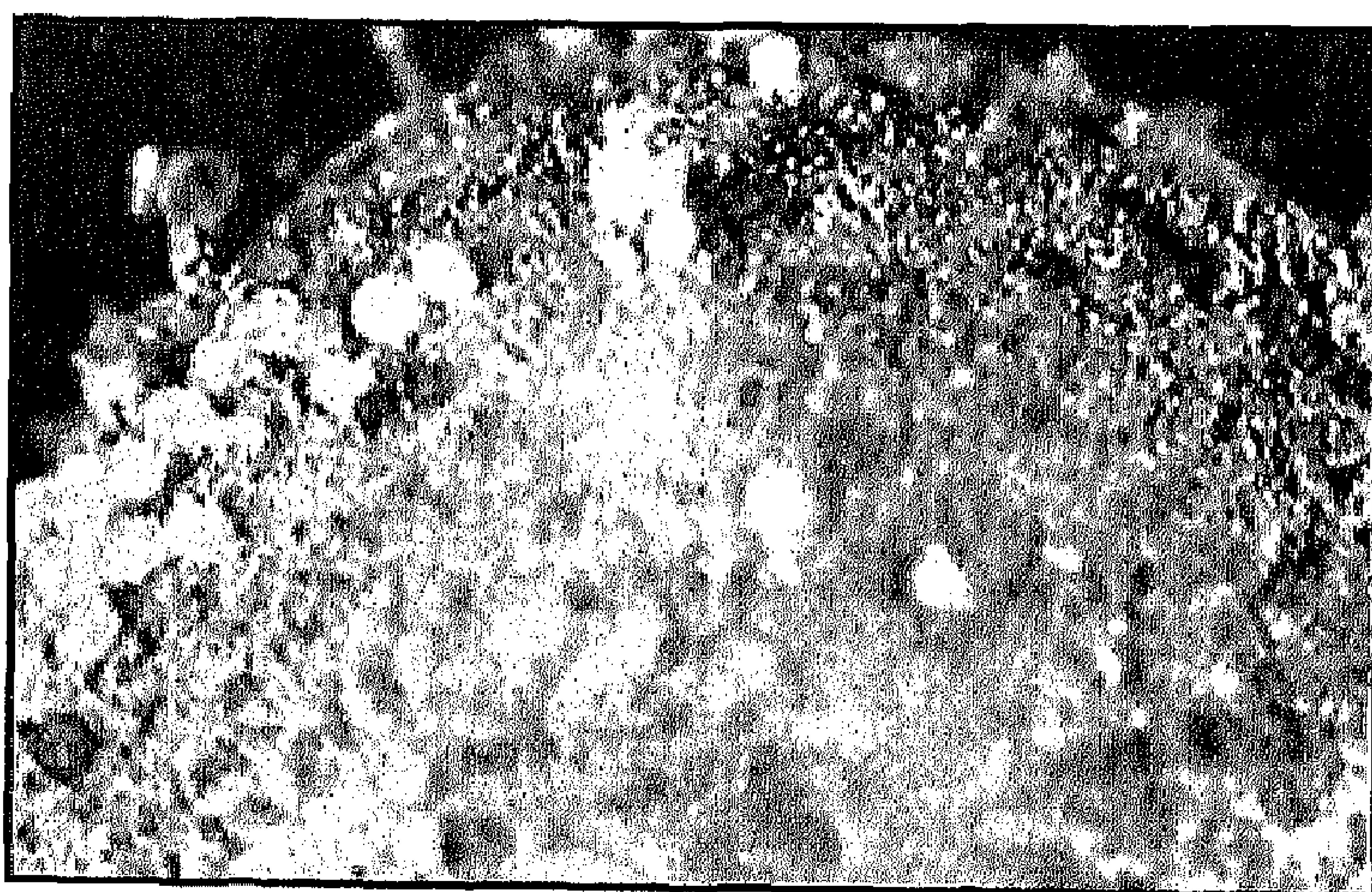


A - درنة بطاطس مصابة بشدة نيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* يلاحظ وجود الأورام الشاملة لدرنة كلها. تشوه الدرنة بالكامل - عدم الصلاحية للتسويق والاستهلاك.

B - شريحة من درنة بطاطس مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita*. المناطق الداكنة البنية تدل على أماكن وجود أناث نيماتودا التعقد الجذرى – وأكياس البيض.

شكل رقم (179)





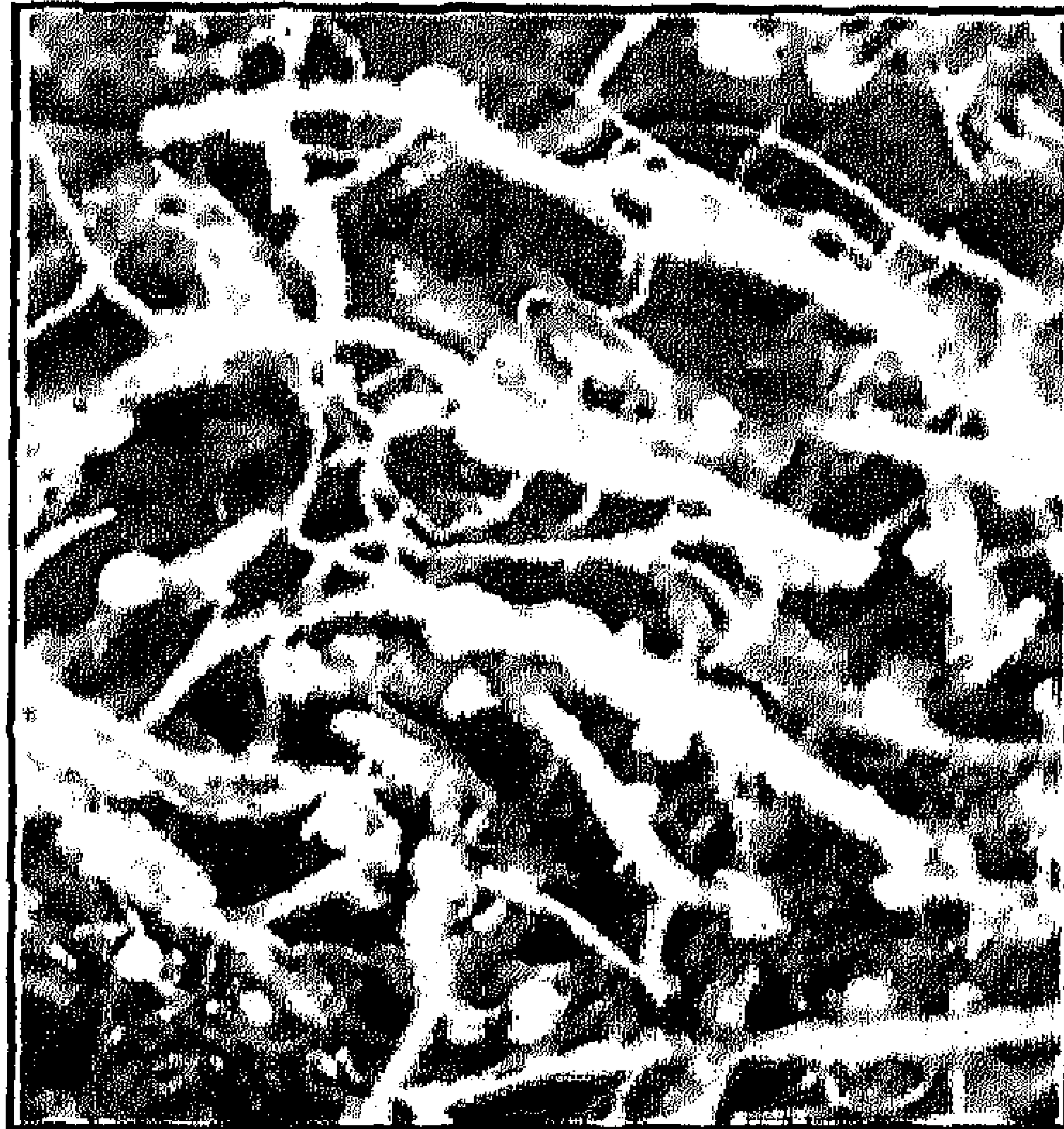
A -جذور بطاطس تبين شكل حويصلات نيماتودا البطاطس ***G.rostochiensis*** متعلقة على الجذور

B -حويصلات داخل أنسجة الدرنة.

شكل رقم **(180)**



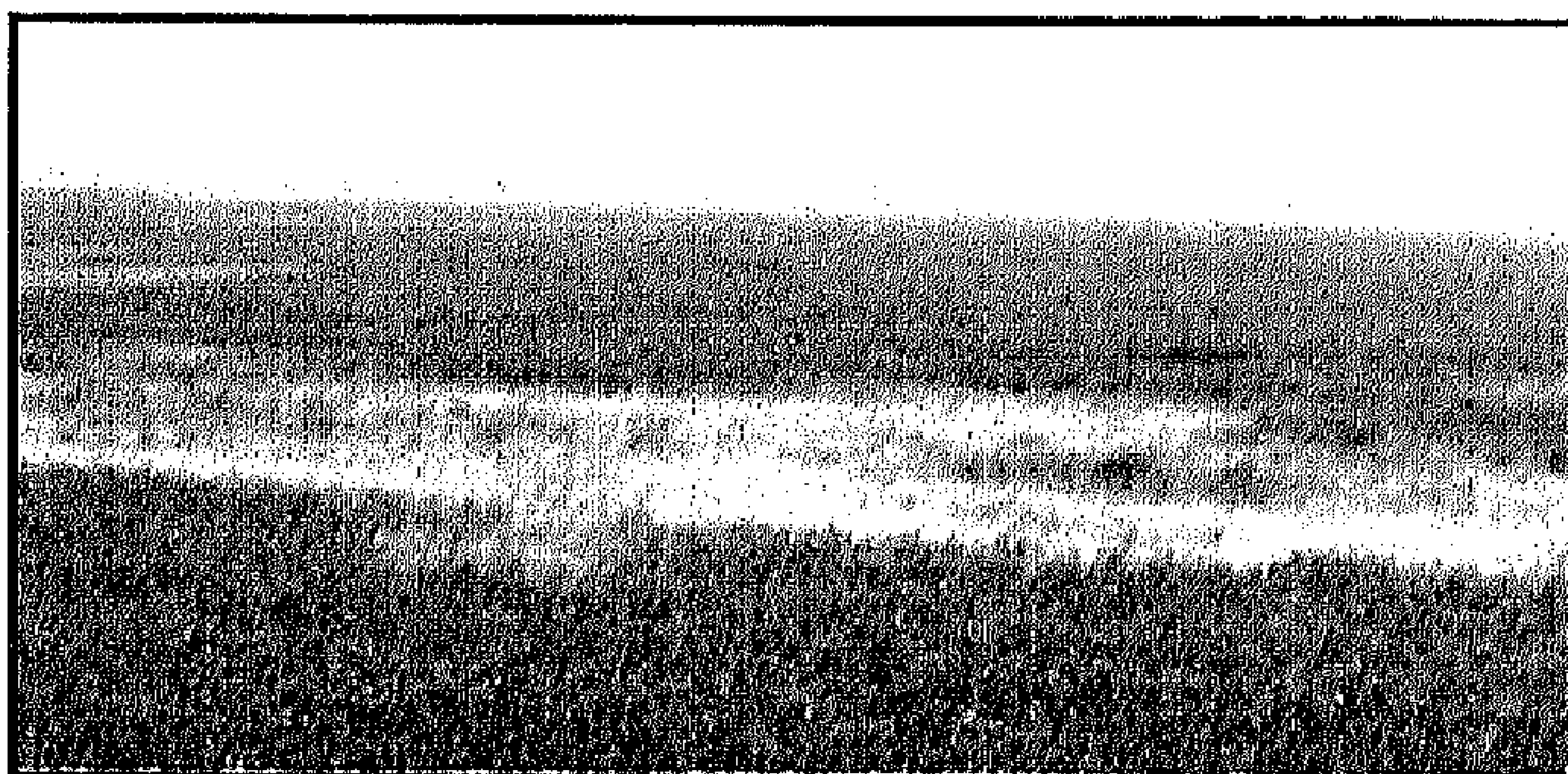
جذور بطاطس مصابة بالنيماتودا *Globodera rostochiensis* لاحظ الإناث الصفراء الذهبية اللون - تتحول إلى اللون البنى الغامق



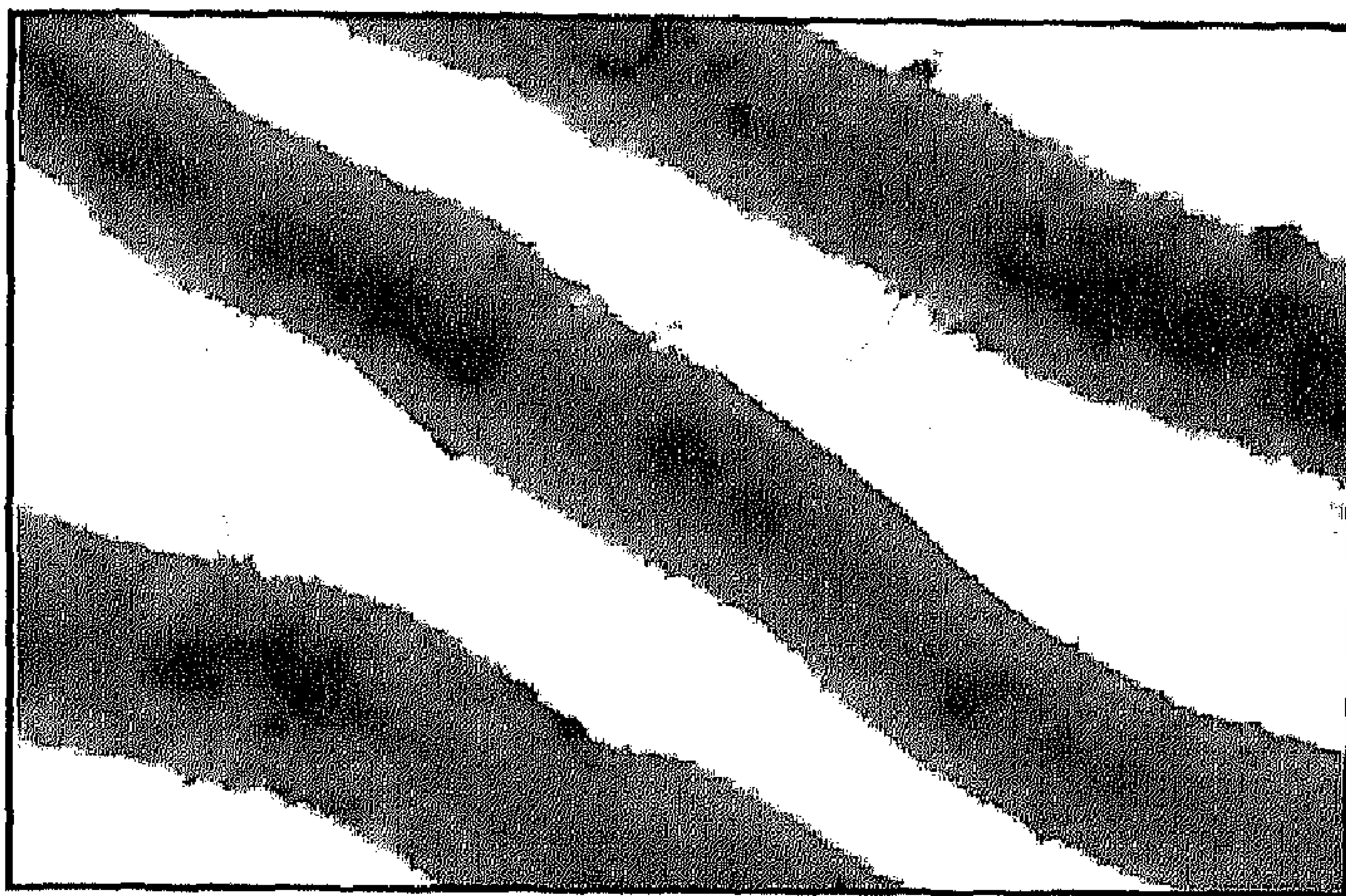
نيماتودا حويصلات فول الصويا *H.glycines* على المجموع الجذرى لنباتات فول الصويا
شكل رقم(181)

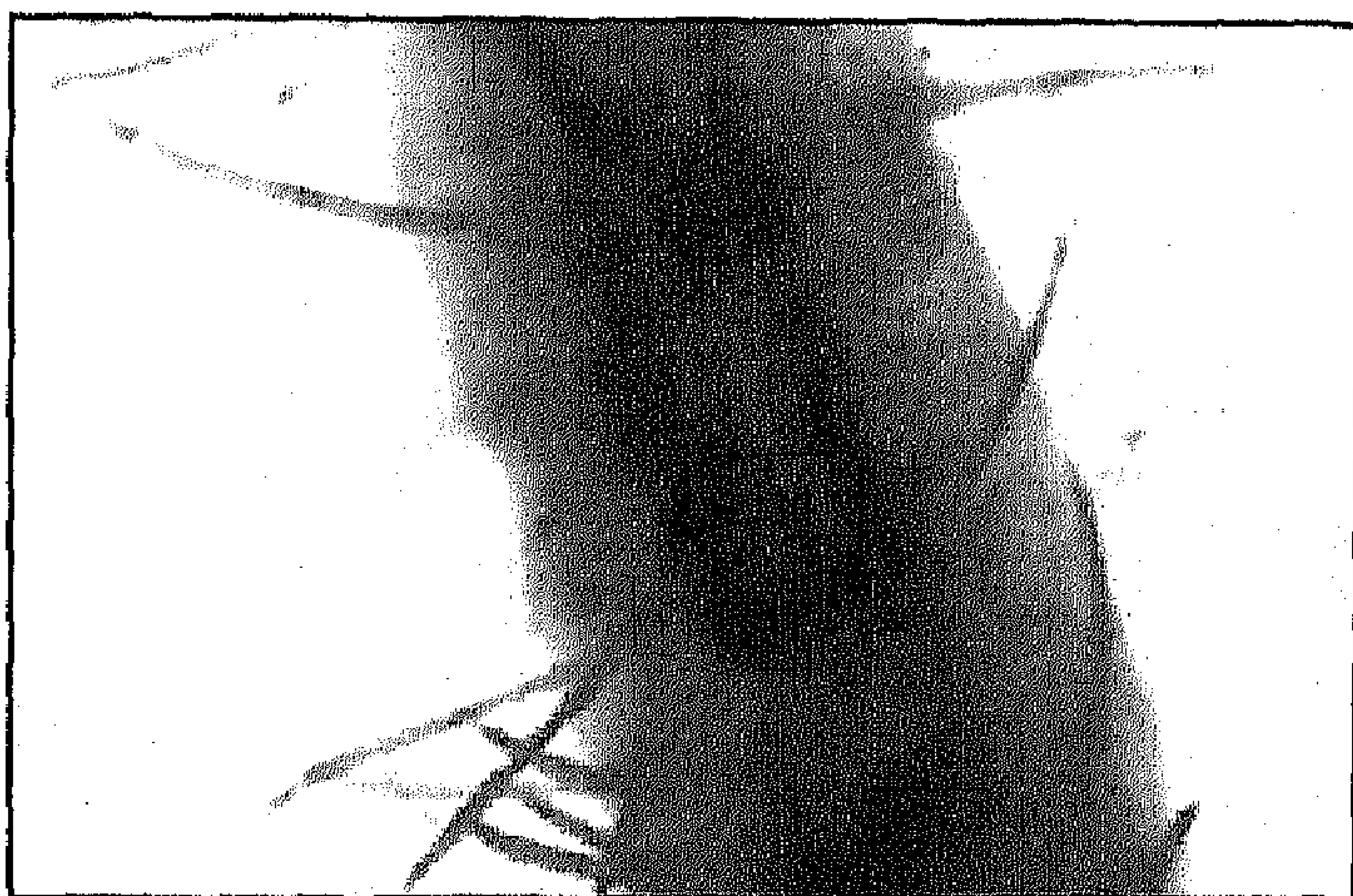






أعراض إصابة شديدة بنيماتودا حويصلات القمح وتبدو الإصابة على هيئة بقع خالية من النباتات
أو تحتوى على نباتات ضعيفة جداً صفراء متقزمة
شكل رقم (182)





جذور نباتات قمح فى المراحل الأولى بعد الإنبات مخترقة بأعداد كثيرة من الطور اليرقى الثانى لنيماتودا حويصلات القمح (الطور المعدى)
شكل رقم (183)

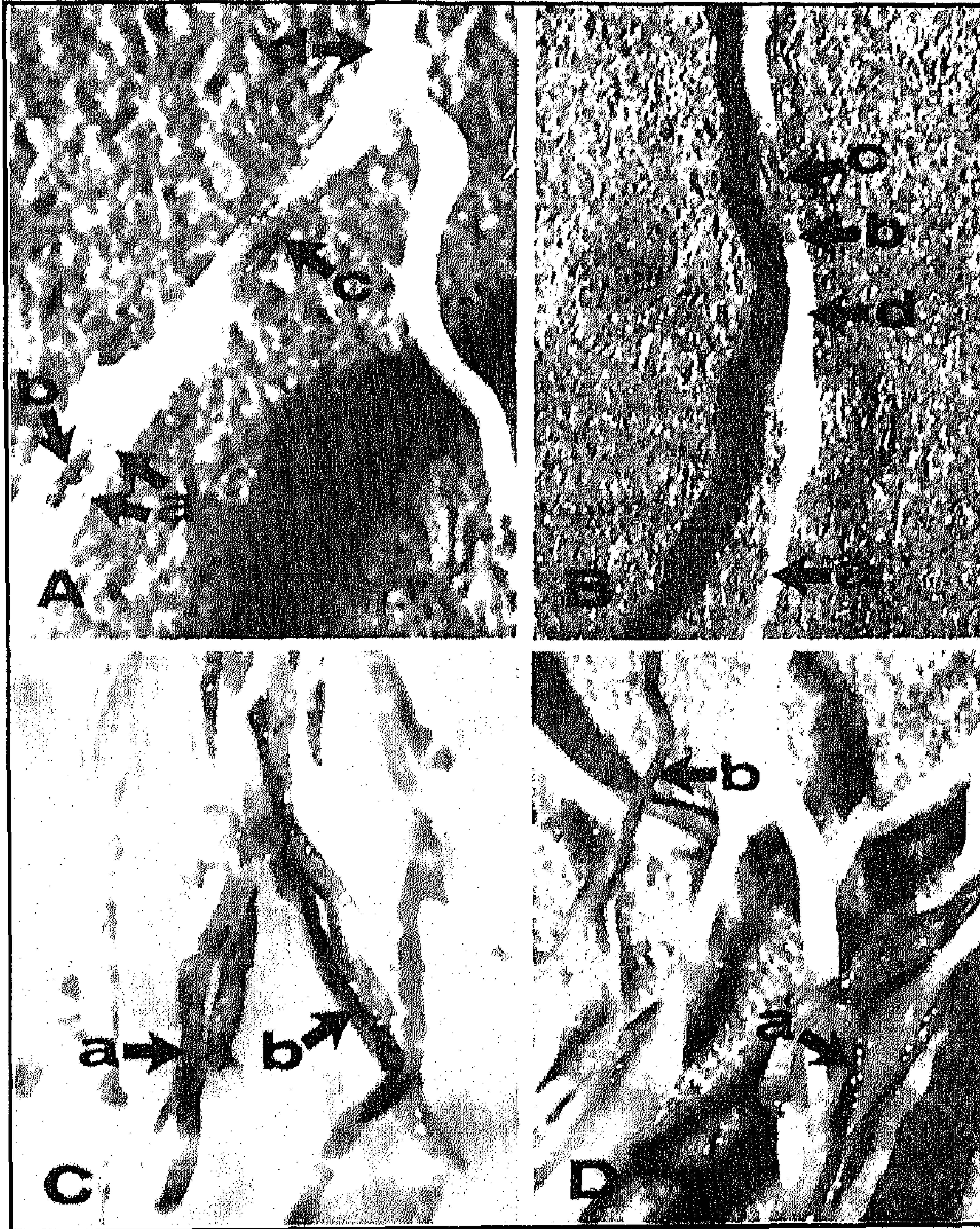


مرض انقلاب الأشجار Toppling فى الموز نتيجة الإصابة بالنيماتودا



اسوداد المجموع الجذرى فى الموز فى الأشجار المقلوب نتيجة الإصابة بالنيماتودا الناخرة *R.similis*

شكل رقم(184)



مراحل تطور نيماتودا التقرح على جذور فول صويا 45 يوم بعد الزراعة فى تربة ملوثة بـــ
Pratylenchus scribneri

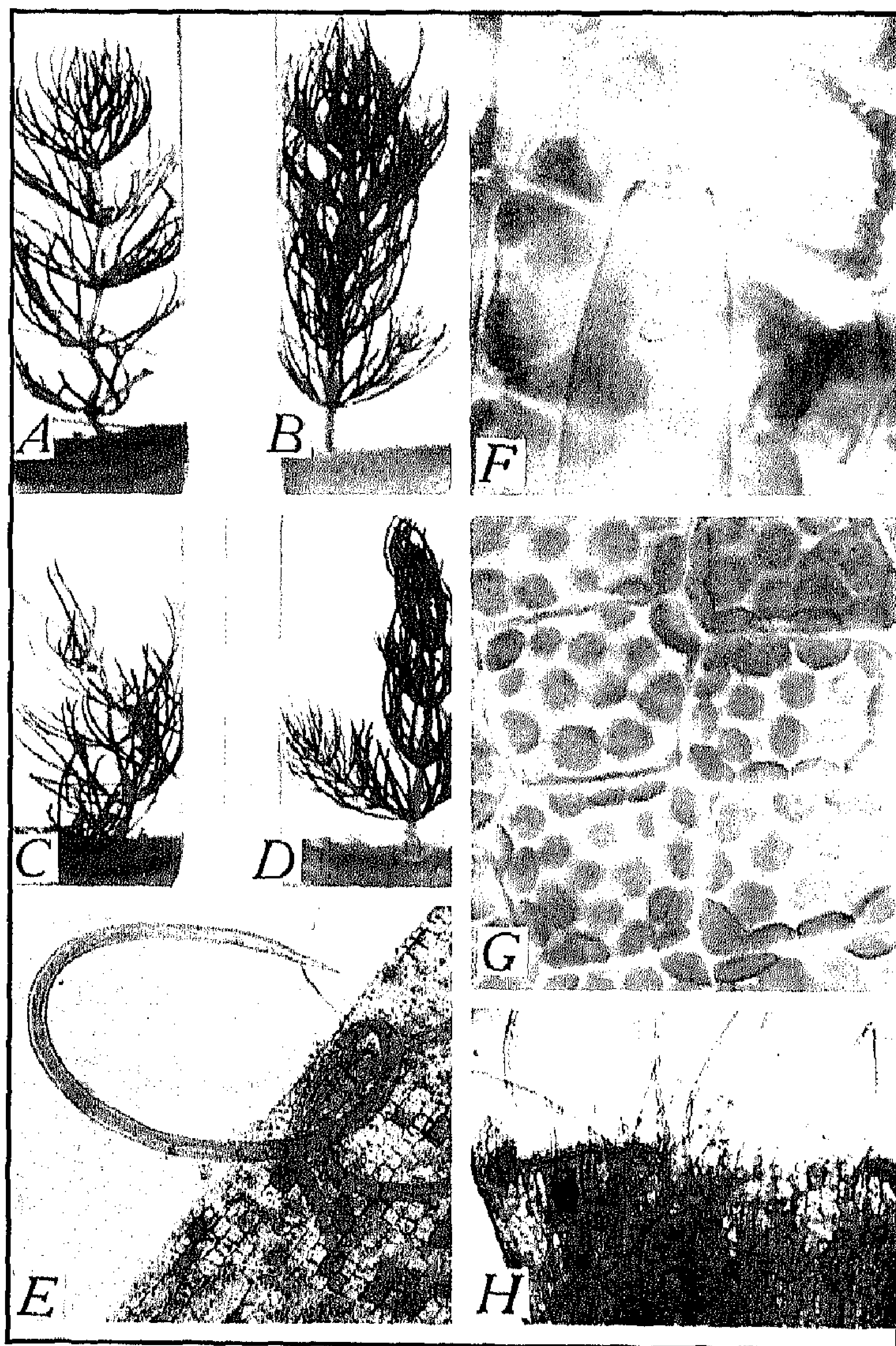
A,B : جذور صغيرة متضمنة تقرحات 4 -5 خلايا تحتوى على نيماتودا a

تقرحات 1 -2 ملى فى الطول تحتوى على 3 -6 نيماتودا • b

تقرحات 3 -10 ملى فى الطول تحتوى حتى 50 نيماتودا • C

D و C جذور مسنة تحتوى على مناطق متقرحة متحدة مع بعضها وتحتوى على أعداد كثيرة من النيماتودا وبيضها b, a

شكل رقم (185)



صورة تبين تأثير نيماتودا الأرز *Hirschmanniella caudacrena* على احدى النباتات المائية

A - النباتات بعد الإصابة بـ 8 أسابيع والعدوى بـ 100 نيماتودا .

B - نباتات سليمة بدون عدوى .

C - نباتات بعد العدوى بـ 8 أسابيع والعدوى بـ 500 نيماتودا .

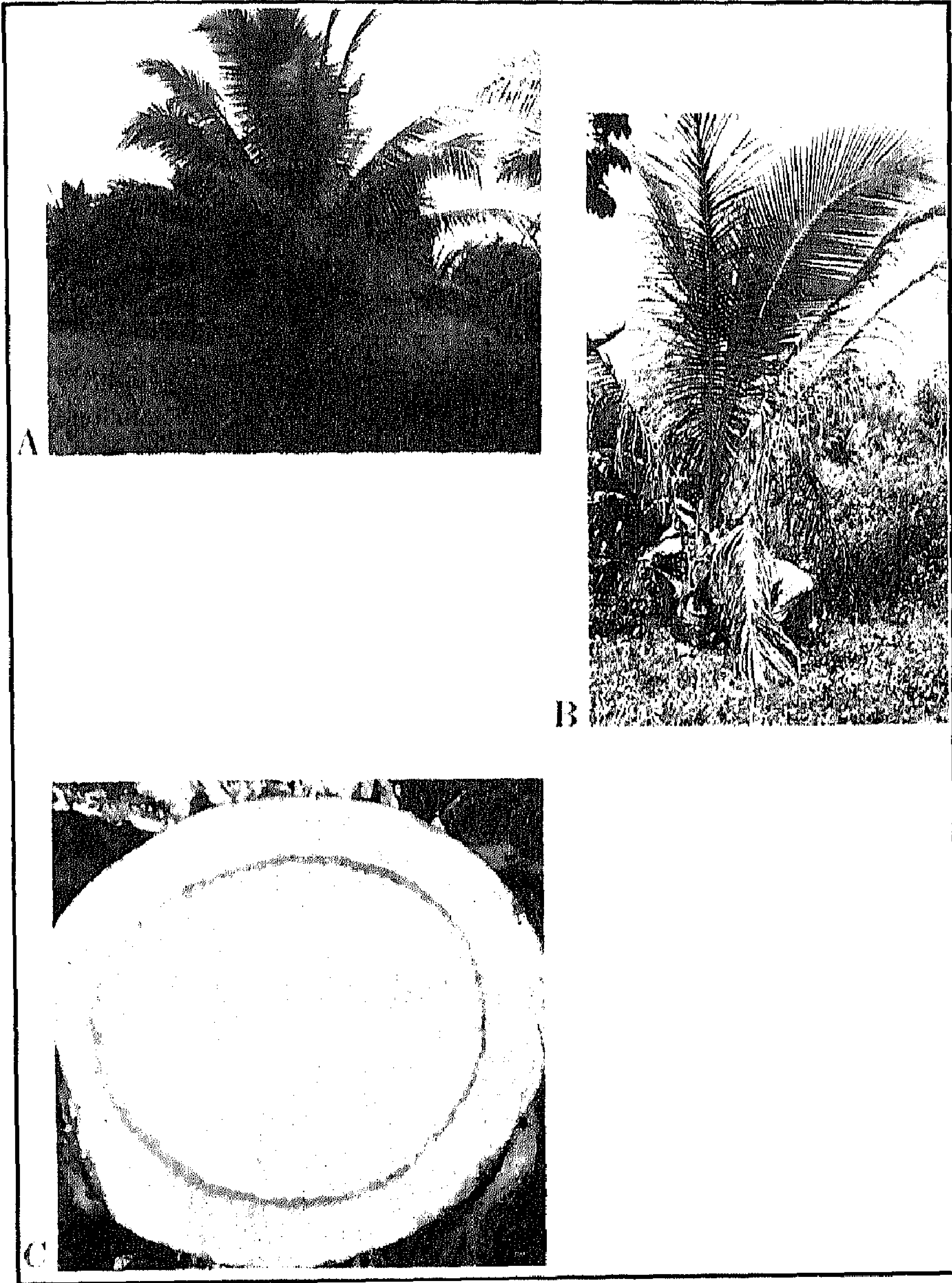
D - نباتات سليمة E - النيماتودا وهى مخترقة ساق النبات.

F - خلايا الورقة المصابة بالنيماتودا وهى خالية من الكلوروفيل نتيجة التغذية.

G - خلايا النبات السليمة بدون إصابة.

H - أعداد كثيرة من النيماتودا فى داخل الساق المكسورة المصابة بالنيماتودا .

شكل رقم (186)



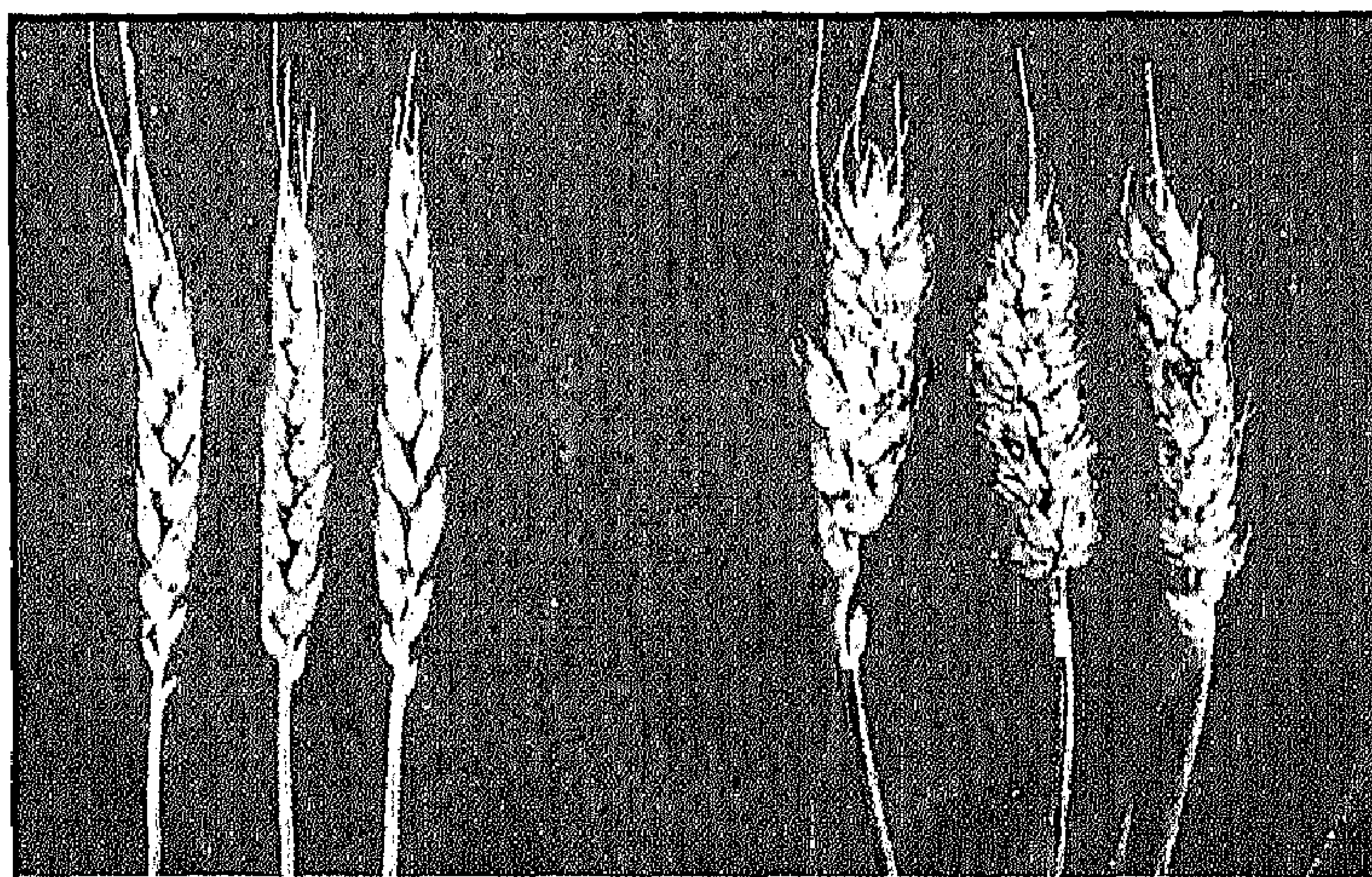
صورة : توضح مرض الحلقة الحمراء فى نخيل جوز الهند المتسبب عن النيماتودا
Rhadinaphelenchus cocophilus

A - نخل سليم. B - نخل مريض .

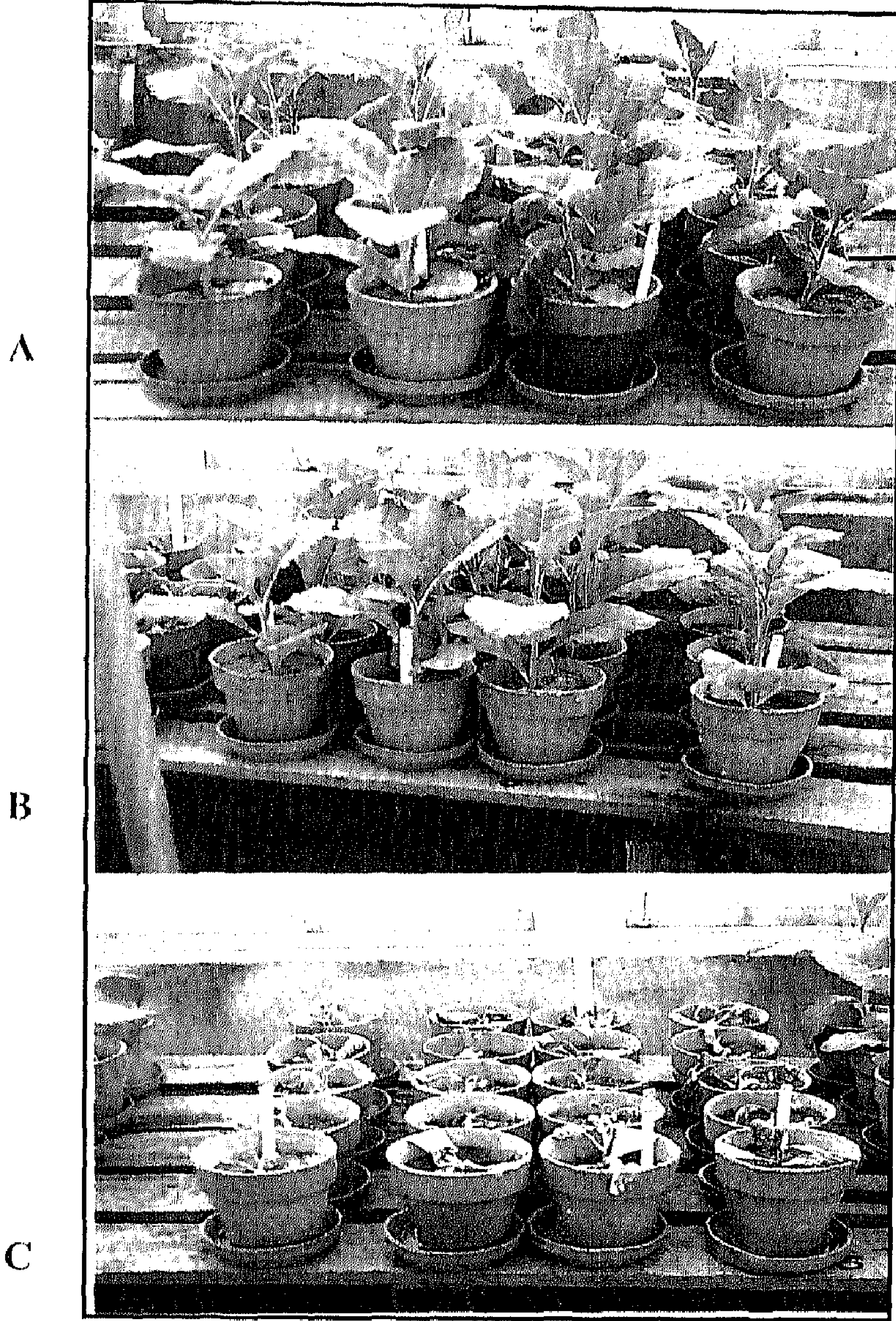
C - قطاع عرض فى جزع نخلة مريضة تبين حلقة من الأنسجة المصابة .

شكل رقم (187)





A - قمح مصاب بشدة بنيماتودا ثآليل القمح لاحظ الأوراق الملتوية والأوراق المشوهة والرؤوس المتضخمة.
B - ثلاثة رؤوس (سنابل) مصابة بالنيماتودا – السنابل منتفخة. بالمقارنة بثلاثة سنابل سليمة على اليسار.
شكل رقم (188)



تأثير الأمراض المركبة على النباتات Disease Complex

A - نباتات دخان مصابة بالمرض البكتيرى المسبب للذبول *Pseudomonas solanacearum* لاحـظ ذبول عدد قليل من الأوراق.

B - نباتات دخان مصابة بنيماتودا التعقد الجذرى *M.incognita* فى مرحلة مبكرة من الإصابة.

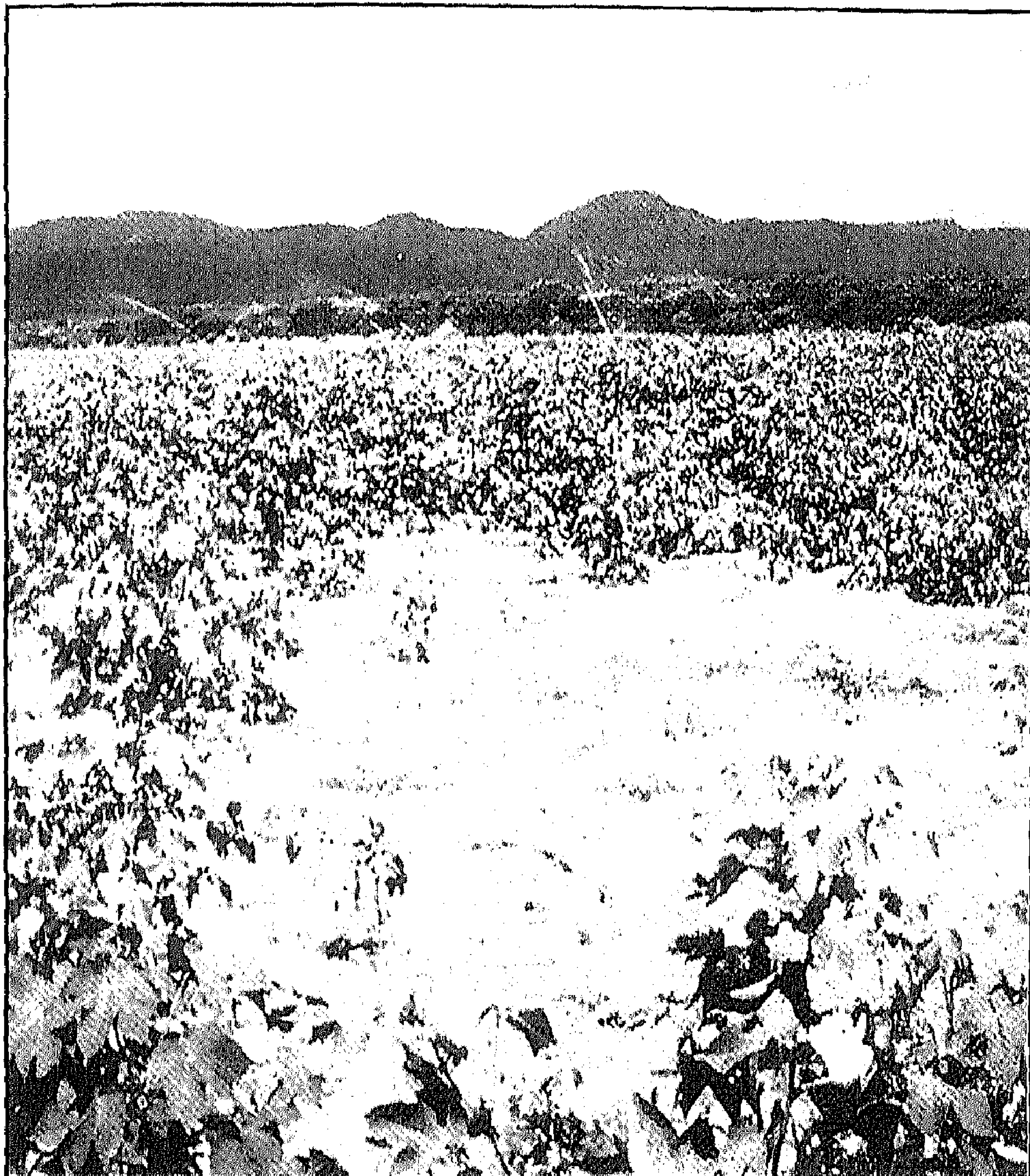
C - نباتات دخان مصابة بالبكتيريا والنيماتودا السابقين. لاحظ التأثير المدمر الشديد لاجتماع المـسببين المرضيين على نبات واحد.

شكل رقم (189)





استخدام الطاقة الشمسية للمكافحة **Solarization**
بتغطية التربة بالبلاستيك الشفاف سمك 100 ميكروميتر مع استخدام شبكة رى بالتنقيط أسفل البلاستيك لترطيب التربة بفتح الماء لمدة ساعة كل يوم
شكل رقم (190)



حقل قطن مصاب بالنيماتودا الخنجرية *Xiphinema sp.* فى زيمبابوى Zimbabwa وتبدو مناطق الإصابة خالية من النباتات للكثافة العالية للنيماتودا مسببة موت النباتات فى مرحلة مبكرة من النمو
شكل رقم (191)

منشورات الدار العربية للنشر والتوزيع

– المنتجات الطبيعية للوصفات العلاجية من النباتات الطبية والعطرية	الشحات نصر أبو زيد
– التنفس فى النبات	مصطفى حلمى
– أمراض النبات الفيروسية ومسبباتها ج١	محمد أحمد عوض
– أمراض النبات الفيروسية ومسبباتها ج٢	محمد أحمد عوض
– مورفولوجيا النبات	عبد الله خضر
– حقائق البحث والتطبيق فى تغذية النبات	محمد حسين حجازى
– أساسيات علم النبات	د. عبدالعزيز السعيد
– الهرمونات النباتية	الشحات نصر أبو زيد
– نباتات والأعشاب الطبية	فوزى قطب
– البكتيريا وأمراض النبات	عوض محمد ع الرحيم
– تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات	د. أحمد عبدالمنعم
– منظمات النمو وعلاقتها بأمراض النبات	د. محمد أبو عرقوب
– فسيولوجيا النبات	روبرت ديفلن
– أساسيات تربية النبات	د. أحمد عبدالمنعم
– أساسيات أمراض النبات ط٣	دانيال روبرتس
– النباتات العطرية ومنتجاتها الزراعية والدوائية ط٢	الشحات نصر أبو زيد
– النباتات والأعشاب الطبية	الشحات
– أمراض محاصيل الخضر	ديكسون
– أمراض البذور (الجزء الأول + الجزء الثانى)	عوض مح
– طرق تربية النبات	د. أحمد ع
– إنتاج الموز	على الخري
– دليلك المصور إلي نباتات الزينة المنزلية	خالد س
– زراعة وإنتاج نباتات الزهور والزينة	الشحات

للدار إصدارات أخرى فى مجالات علوم التربة والأراضى والحشرات والميكروبيولوجى والوراثة وعلوم تكنولوجيا الأغذية والعلوم الهندسية والبيئية والعلوم البحتة وغيرها.